Федеральное казённое учреждение здравоохранения
«Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека

На правах рукописи

Прислегина Дарья Александровна

Природно-очаговые трансмиссивные инфекции на юге России: оптимизация эпидемиологического надзора, разработка систем мониторинга и прогнозирования (на примере Крымской геморрагической лихорадки и Астраханской пятнистой лихорадки)

3.2.2. Эпидемиология

Диссертация
на соискание учёной степени
доктора медицинских наук

Научный консультант:
академик РАН,
доктор медицинских наук, профессор
Куличенко Александр Николаевич

Ставрополь – 2025

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 6
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 24
1.1. Эпидемиологическая ситуация по трансмиссивным природно-очаговым инфекциям в Российской Федерации на современном этапе 24
1.2. Современные подходы к учёту природно-климатических факторов при прогнозно-аналитическом моделировании эпидемиологической ситуации по трансмиссивным природно-очаговым инфекциям 38
1.3. Использование современных геоинформационных технологий в эпидемиологическом надзоре за трансмиссивными природно-очаговыми инфекционными болезнями 50
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ 61
2.1. Материалы и дизайн исследования 61
2.2. Методы исследования 71
Глава 3. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО ТРАНСМИССИВНЫМ ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫМ ИНФЕКЦИЯМ НА ЮГЕ РОССИИ (2014–2023 ГГ.) 79
3.1. Анализ заболеваемости клещевыми инфекциями 79
3.2. Анализ заболеваемости трансмиссивными инфекциями, переносчиками возбудителей которых являются кровососущие комары 96
ГЛАВА 4. СОВРЕМЕННАЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО КРЫМСКОЙ ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКЕ НА ТЕРРИТОРИИ МОДЕЛЬНЫХ СУБЪЕКТОВ ЮГА РОССИИ (СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ) 106
4.1. Характеристика эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Ставропольском крае (2014–2023 гг.) 106
4.1.1. Эпидемиологические особенности Крымской геморрагической лихорадки в Ставропольском крае 106
4.1.2. Анализ мониторинга клещей-переносчиков возбудителя Крымской геморрагической лихорадки в Ставропольском крае 113

4.1.3. Оценка комплексного влияния климатических факторов на жизнедеятельность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения Крымской геморрагической лихорадкой в Ставропольском крае 133
4.1.4. Анализ проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий в Ставропольском крае 150
4.2. Характеристика эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Астраханской области (2014–2023 гг.) 157
4.2.1. Эпидемиологические особенности Крымской геморрагической лихорадки в Астраханской области 157
4.2.2. Анализ мониторинга клещей-переносчиков возбудителя Крымской геморрагической лихорадки в Астраханской области 163
4.2.3. Оценка комплексного влияния климатических факторов на жизнедеятельность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения Крымской геморрагической лихорадкой в Астраханской области 176
4.2.4. Анализ проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий в Астраханской области 192
ГЛАВА 5. СОВРЕМЕННАЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО АСТРАХАНСКОЙ ПЯТНИСТОЙ ЛИХОРАДКЕ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ 200
5.1. Анализ заболеваемости Астраханской пятнистой лихорадкой в Астраханской области (2014–2023 гг.) 200
5.2. Анализ мониторинга клещей-переносчиков возбудителя Астраханской пятнистой лихорадки в Астраханской области 206
5.3. Оценка комплексного влияния климатических факторов на жизнедеятельность *R. pumilio* и уровень заболеваемости населения Астраханской пятнистой лихорадкой (на примере Астраханской области) 211
5.4. Анализ проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий в Астраханской области 220
Глава 6. РАЗРАБОТКА «ПРОГНОЗНЫХ» И «УТОЧНЯЮЩИХ» МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КРЫМСКОЙ ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКОЙ (НА ПРИМЕРЕ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ) 226

6.1. Принципы разработки моделей и выбора факторов 226
6.2. «Прогнозная» и «Уточняющая» модели динамики заболеваемости Крымской геморрагической лихорадкой (на примере Ставропольского края) 239
6.2.1. Результаты «Прогнозной» модели (на примере Ставропольского края) 239
6.2.2. Результаты «Уточняющей» модели (на примере Ставропольского края) 248
6.2.3. Комплексное использование моделей (на примере Ставропольского края) 257
6.3. «Прогнозная» и «Уточняющая» модели динамики заболеваемости Крымской геморрагической лихорадкой (на примере Астраханской области) 264
6.3.1. Результаты «Прогнозной» модели (на примере Астраханской области) 264
6.3.2. Результаты «Уточняющей» модели (на примере Астраханской области) 271
6.3.3. Комплексное использование «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей (на примере Астраханской области) 278
ГЛАВА 7. «РАЗРАБОТКА «ПРОГНОЗНОЙ» И «УТОЧНЯЮЩЕЙ» МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ АСТРАХАНСКОЙ ПЯТНИСТОЙ ЛИХОРАДКОЙ (НА ПРИМЕРЕ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ) 284
7.1. Принципы разработки моделей и выбор факторов 284
7.2. Результаты «Прогнозной» модели (на примере Астраханской области) 286
7.3. Результаты «Уточняющей» модели (на примере Астраханской области) 293
7.4. Комплексное использование «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей (на примере Астраханской области) 300
ГЛАВА 8. РАЗРАБОТКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА «ZIKA-MAP» (НА ПРИМЕРЕ

ТЕРРИТОРИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ КРЫМ)..... 306
8.1. Разработка и функционирование интернет-ресурса «ZikaMap»..... 306
8.2. Результаты применения «ZikaMap» для анализа численности и распространения комаров-переносчиков арбовирусов на территории Причерноморского региона юга России в режиме реального времени 316
8.3. Применение «ZikaMap» для оперативной работы по предупреждению возможного осложнения эпидемиологической ситуации по арбовирусным лихорадкам в Причерноморском регионе юга России..... 324
ГЛАВА 9. ОПТИМИЗАЦИЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА ТРАНСМИССИВНЫМИ ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫМИ ИНФЕКЦИОННЫМИ БОЛЕЗНЯМИ НА ЮГЕ РОССИИ..... 332
9.1. Оптимизация эпидемиологического надзора за клещевыми инфекциями с использованием «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей (на примере КГЛ и АПЛ) 332
9.2. Оптимизация эпидемиологического надзора за лихорадкой денге и другими арбовирусными лихорадками на основе использования интернет-ресурса «ZikaMap» 339
ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 346
ВЫВОДЫ 370
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ «ПРОГНОЗНЫХ» И «УТОЧНЯЮЩИХ» МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КГЛ И АПЛ 374
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА «ZIKAMAP» ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕГУЛЯЦИИ ЧИСЛЕННОСТИ КОМАРОВ-ПЕРЕНОСЧИКОВ АРБОВИРУСОВ..... 376
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ 377
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ..... 378
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 380

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Природно-очаговые инфекционные болезни, возбудители которых переносятся иксодовыми клещами и кровососущими комарами, представляют серьёзную угрозу для здоровья населения Российской Федерации [Онищенко Г.Г., 2000; Онищенко Г.Г. и соавт., 2005, 2007; Коренберг Э.И., 2016; Покровский В.И. и соавт., 2011]. Клещевые инфекции (КИ), повсеместно регистрируемые на территории нашей страны, на протяжении последних двадцати лет занимают более 50 % в общей структуре заболеваемости природно-очаговыми инфекциями (ПОИ) и наносят значительный социально-экономический ущерб [Госдоклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации», 2018, 2019; Платонов А.Е. и соавт., 2015; Попова А.Ю. и соавт., 2018; Шестопалов Н.В. и соавт., 2019; Колясникова Н.М. и соавт., 2023; Рудаков Н.В. и соавт., 2020, 2021; Рудакова С.А. и соавт., 2023; Андаев Е.И. и соавт., 2023].

Особую проблему КИ представляют для юга европейской части России – ежегодно на данной территории регистрируется около 500–800 случаев заболеваний (в том числе с летальными исходами) [Платонов А.Е. и соавт., 2015; Онищенко Г.Г., Куличенко А.Н., 2018; Углева С.В., Шабалина С.В., 2021; Углева С.В. и соавт., 2021, 2022; Куличенко А.Н. и соавт., 2014–2023]. Климатические факторы и ландшафтные особенности региона способствуют поддержанию высокой численности членистоногих – переносчиков возбудителей эндемичных инфекционных болезней (Крымской геморрагической (КГЛ) и Астраханской пятнистой (АПЛ) лихорадок), а также других нозологических форм КИ в субъектах Южного (ЮФО) и Северо-Кавказского (СКФО) федеральных округов [Попова А.Ю. и соавт., 2018; Куличенко А.Н. и соавт., 2014–2023; Василенко Н.Ф., 2005; Котти Б.К., 2005; Тохов Ю.М., 2009; Смелянский В.П. и соавт., 2021; Тохов Ю.М. и соавт., 2013, 2016, 2017, 2019; Углева С.В. и соавт., 2021, 2022]. Сохранение напряжённой эпидемиологической ситуации по КИ на территории юга страны свидетельствует о целесообразности совершенствования методик анализа и прогнозирования заболеваемости с последующим

использованием полученных результатов при составлении научно- и экономически обоснованных планов профилактических и организационных мероприятий [Госдоклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации», 2019, 2022, 2023].

В течение последних шестнадцати лет в Российской Федерации сохраняется тенденция к расширению ареала возбудителя лихорадки Западного Нила (ЛЗН) в северном направлении и увеличению числа субъектов с местным инфицированием населения вирусом Западного Нила (ЗН) [Климова Е.А. и соавт., 2021; Монастырский М.В., Демина Ю.В., 2022; Путинцева Е.В. и соавт., 2023; Топорков А.В. и соавт., 2023].

Проявления эпидемического процесса ЛЗН на территории юга страны характеризуются невысокой интенсивностью, с возникновением периодических выраженных подъёмов заболеваемости (в 2013 г. и 2018–2019 гг.) в ЮФО [Путинцева Е.В. и соавт., 2023; Топорков А.В. и соавт., 2023]. Однако активное распространение комаров *Aedes albopictus* (потенциальных векторов арбовирусов) в условиях субтропического климата Черноморского побережья Российской Федерации – фактор риска аутохтоннного инфицирования населения при появлении завозных случаев лихорадок денге и чикунгунья в курортной зоне Краснодарского края и Республики Крым [Попова А.Ю. и соавт., 2017; Леншин С.В. и соавт., 2021; Бега А.Г., 2023]. В связи с этим, организация и проведение оперативного мониторинга *Ae. albopictus* на территории Причерноморского региона с анализом полученных данных в режиме реального времени для поддержания эпидемиологического благополучия по тропическим арбовирусным инфекциям на фоне усиления сотрудничества со странами Юго-Восточной Азии и Африки (характеризующихся высокой интенсивностью проявлений эпидемического процесса лихорадки денге), а также увеличения числа международных массовых мероприятий с участием иностранных делегаций требуют особого внимания [Госдоклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации», 2018, 2023; Леншин С.В. и соавт., 2021].

Таким образом, необходимость оптимизации важнейших компонентов системы эпидемиологического надзора за трансмиссивными ПОИ на территории юга нашей страны – мониторинга и прогнозирования эпидемиологической ситуации определяет актуальность диссертационного исследования.

Степень разработанности темы исследования

На сегодняшний день выполнен целый ряд исследований, посвящённых использованию современных информационных технологий для проведения анализа эпидемиологической ситуации и разработке методик прогнозирования заболеваемости трансмиссивными ПОИ [Болотин Е.И., 2002; Ефимов В.В., Козлов Л.Б., 2010; Бериков В.Б. и соавт., 2011; Вьюшков М.В. и соавт., 2021; Широкоступ С.В., 2020; Побединский Г.Г. и соавт., 2021]. Серьёзное внимание также уделяется изучению комплексного влияния климатических факторов на развитие, численность членистоногих переносчиков возбудителей инфекционных болезней и изменение границ их ареалов [Платонов А.Е., 2006; Ревич Б.А., 2008; Платонов А.Е. и соавт., 2009; Ясюкевич В.В. и соавт., 2013; Попов П.О., 2016; Пестина П.В., 2018; Зелихина С.В. и соавт, 2021; Монастырский М.В., Демина Ю.В., 2022]. Полученные результаты используются для определения предпосылок возникновения эпидемических осложнений и учитываются при проведении надзорных и контрольных мероприятий [Брико Н.И., 2014; Симонова Е.Г., Сергевнин В.И., 2018; Широкоступ С.В. и соавт., 2019; Андаев Е.И. и соавт., 2023].

Однако большинство из этих работ в настоящее время направлены на совершенствование системы управления эпидемическим (эпизоотическим) процессом нозологических форм КИ, эндемичных для Уральского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. Так, среди современных научных трудов в первую очередь следует отметить исследования, посвящённые мониторингу и прогнозированию заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом (КВЭ) и сибирским клещевым тифом [Рудаков Н.В. и соавт., 2020, 2021, 2022; Андаев Е.И. и соавт., 2021, 2023; Никитин А.Я. и соавт., 2020, 2022; Широкоступ С.В. и соавт., 2019, 2020; Широкоступ С.В., 2020; Пеньевская Н.А. и соавт., 2023]. Предложен

современный методический подход к составлению прогноза эпидемиологической ситуации по иксодовому клещевому боррелиозу (ИКБ) [Рудакова С.А. и соавт., 2021, 2022, 2023].

Особого внимания заслуживают исследования по разработкам методик прогнозирования эпидемиологических осложнений ЛЗН на основах машинного обучения и нейросетевого моделирования [Platonov A.E. et al., 2008, 2014; Путинцева Е.В. и соавт., 2023]. Несомненный интерес представляют публикации, посвящённые влиянию климатических факторов на жизнедеятельность и распространение комаров *Ae. albopictus*, их трансмиссивную способность, свидетельствующие о возможности возникновения аутохтонных случаев заболевания лихорадками денге и чикунгунья на территории Черноморского побережья Российской Федерации [Леншин С.В. и соавт., 2021; Ермолова Н.В. и соавт., 2019; Бега и соавт., 2019, 2021; Патраман И.В., 2022].

Вместе с тем, остаются нерешёнными проблемы прогнозирования заболеваемости наиболее актуальными для юга России КИ – АПЛ и КГЛ. На сегодняшний день проведено лишь небольшое число таких исследований, посвящённых составлению эпидемиологического прогноза в целом по субъекту [Харченко Т.В., 2011; Углева С.В., 2020]. Также ранее В.М. Дубянским и Д.А. Прислегиной была разработана методика краткосрочного прогнозирования числа больных КГЛ для Ставропольского края с учётом его административного деления на основе значений факторов предыдущего года [Дубянский В.М. и соавт., 2018; Прислегина Д.А. и соавт., 2018]. Однако данные методы основаны на использовании ограниченного количества гидрометеорологических данных. В связи с чем, для повышения точности получаемых результатов прогноза актуально научное обоснование перечня используемых абиотических показателей (с учётом их влияния на численность *Hyalomma marginatum* и *Rhipicephalus pumilio*) с последующей разработкой на основе многолетних значений «Прогнозных» моделей. Кроме того, не выполнялись ранее исследования по созданию «Уточняющих» («Объясняющих») моделей заболеваемости, позволяющих проводить анализ опосредованного влияния погодных условий текущего

эпидемического сезона на эпидемиологическую ситуацию по КГЛ и АПЛ в разрезе административных районов и поиска других вероятных причин снижения/роста числа больных, не связанных с климатическими факторами. Таким образом, разработка «Прогнозных» и «Уточняющих» («Объясняющих») моделей представляет особый интерес.

Интенсивно развивается направление по созданию интернет-ресурсов для картографического анализа заболеваемости и результатов лабораторных исследований полевого материала. Наиболее практически значимыми разработками можно считать «Эпидемиологический атлас ПФО» ФБУН ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора http://epid-atlas.nniiem.ru/, ГИС-портал Ростовского-на-Дону противочумного института Роспотребнадзора http://gis.antiplague.ru/, а также электронный атлас «Лихорадка Западного Нила на территории Российской Федерации» ФКУЗ Волгоградский противочумный институт Роспотребнадзора http://lzn-refcenter.ru/gis/regions.php [Ершов В.И. и соавт., 2019; Жуков К.В. и соавт., 2021; Побединский Г.Г. и соавт., 2021].

Однако функциональные возможности этих геоинформационных систем не предусматривают проведение оперативной оценки распространения *Ae. albopictus* и проявлений эпидемического процесса лихорадки денге в режиме реального времени. Актуальным остаётся внедрение в практику интернет-портала для мониторинга комаров рода *Aedes* с визуализацией их обнаружения на эпидемиологически значимых объектах (ЭЗО), завозных случаев тропических арбовирусных лихорадок и оценка его эффективности.

Цель исследования

Научно-методическое обоснование оптимизации эпидемиологического надзора за трансмиссивными природно-очаговыми инфекциями на юге России на основе разработанных систем мониторинга и прогнозирования (на примере Крымской геморрагической и Астраханской пятнистой лихорадок).

Задачи исследования

1. Провести анализ заболеваемости и определить современные эпидемиологические особенности трансмиссивных природно-очаговых

инфекционных болезней, возбудители которых переносятся иксодовыми клещами и кровососущими комарами, на юге европейской части Российской Федерации.

2. Проанализировать проявления эпидемического процесса Крымской геморрагической лихорадки, оценить комплексное влияние климатических факторов на численность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения на примере модельных субъектов СКФО и ЮФО (Ставропольского края и Астраханской области).

3. Изучить современные особенности эпидемического процесса Астраханской пятнистой лихорадки и комплексного влияния климатических факторов на численность *R. pumilio* и уровень заболеваемости населения на примере модельного субъекта юга России (Астраханской области)

4. Разработать «Прогнозные» и «Уточняющие» модели динамики заболеваемости КГЛ, апробировать на примере Ставропольского края и Астраханской области.

5. Создать «Прогнозную» и «Уточняющую» модели динамики заболеваемости АПЛ, апробировать на примере Астраханской области.

6. Сконструировать интернет-ресурс «ZikaMap» для мониторинга комаров-переносчиков арбовирусов и случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками в режиме реального времени и оперативной коррекции плана профилактических (инсектицидных) мероприятий, оценить результаты его практического применения на территории Черноморского побережья Краснодарского края и Республики Крым.

7. Разработать научно-обоснованные предложения по оптимизации эпидемиологического надзора за трансмиссивными очаговыми инфекционными болезнями и последующего дифференцированного планирования надзорных и контрольных мероприятий с использованием разработанных «Прогнозной», «Уточняющей» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ, а также интернет-ресурса «Zika-Map».

Научная новизна исследования

Получены новые данные о современных проявлениях эпидемического процесса трансмиссивных ПОИ на юге России (2014–2023 гг.), свидетельствующие о тенденции к снижению заболеваемости клещевыми инфекциями ($T_{ср}$ убыли -0,02) и сохранению невысокой (с возникновением периодических подъёмов) интенсивности проявлений эпидемического процесса ЛЗН (0,2 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$).

Определены на примере Ставропольского края и Астраханской области особенности возрастной и социальной структуры заболеваемости КГЛ – превалирование трудоспособного населения от 20 до 59 лет (77,3 и 78,1 % соответственно), занимающегося животноводческой деятельностью (47,1 и 50 % соответственно), что обусловлено сельскохозяйственной специализацией регионов.

Получены новые данные о комплексном влиянии абиотических факторов (температуры и влажности почвы, нормализованного вегетационного индекса (NDVI), количества выпавших осадков, температуры (средней, минимальной, максимальной) и влажности воздуха) на численность *H. marginatum* и, опосредованно, на уровень заболеваемости населения КГЛ, наиболее высокую значимость для обоих модельных субъектов имели показатели весенне-летнего периода (r=0,8–0,9, значения коэффициентов информативности от 1,59 до 0,85) предшествующего и текущего года, для Астраханской области также было выражено действие условий зимнего сезона (r= 0,8–0,9, значения коэффициентов информативности от 2,53 до 0,89).

На примере Астраханской области показано, что среди больных АПЛ преобладали взрослые трудоспособные лица (51,6 %), проживающие в сельской местности (65,1 %), владеющие личными приусадебными участками и содержащие собак (основных прокормителей клещей-переносчиков *R. conorii* subsp. *caspia*).

Получены новые данные о комплексном влиянии определенных климатических факторов на численность *R. pumilio* и (опосредованно) – на уровень заболеваемости этой КИ в Астраханской области, свидетельствующие о наиболее высокой значимости климатических факторов весенне-летних и осенних месяцев

предшествующего и текущего года (r= 0,8–0,9, значения коэффициентов информативности от 2,93 до 0,95.)

Впервые разработаны и апробированы (на примере модельных субъектов) «Прогнозные» – для краткосрочного количественного эпидемиологического прогноза по отдельным муниципальным районам и городским округам и «Уточняющие» – для проведения анализа эпидемиологической ситуации (с учётом результатов прогноза и влияния факторов текущего эпидемического сезона) модели динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ.

Впервые разработан и внедрён в практическую деятельность интернет-ресурс «Zika-Map» для оперативного анализа в режиме реального времени результатов мониторинга комаров-переносчиков арбовирусов с оценкой динамики их распространения и случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками. Установлено расширение ареала *Ae. albopictus* на территории Черноморского побережья Краснодарского края в 2016–2022 гг. (на 122 км в северном и на 83 км в западном направлениях) и Республики Крым в 2019–2023 гг. (на 86 км в северо-восточном и на 47 км в юго-западном направлениях). Показано, что границы распространения *Ae. albopictus* в Причерноморском регионе в 2024 г. соответствовали 2023 г.

Научно-обоснованы предложения по оптимизации информационной, диагностической и управленческой подсистем эпидемиологического надзора за трансмиссивными природно-очаговыми инфекционными болезнями на юге России с использованием разработанных «Прогнозных», «Уточняющих» моделей и интернет-ресурса «ZikaMap».

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы состоит в выявлении современных особенностей проявлений эпидемического процесса трансмиссивных ПОИ на юге России. Определено, что существенную опасность для населения региона представляют такие нозологические формы КИ, как КГЛ и АПЛ, а также риск возникновения аутохтонных случаев лихорадки денге. Полученные данные

послужили основой для предложений по оптимизации эпидемиологического надзора – прогнозирования, проведения эпидемиологического анализа и мониторинга в режиме реального времени.

Получены новые данные о влиянии климата на жизнедеятельность и изменение численности клещей-переносчиков возбудителей ПОИ и опосредованно – на уровень заболеваемости населения.

В результате выполнения исследований определены комплексы климатических факторов (температуры и влажности почвы, средней, минимальной и максимальной температуры воздуха, количества выпавших осадков, NDVI и относительной влажности воздуха) разных сезонов года, определяющие численность клещей-переносчиков вируса ККГЛ и *R. conorii* subsp. *caspia* и косвенно влияющие на заболеваемость КГЛ и АПЛ в модельных субъектах – Ставропольском крае и Астраханской области. Полученные результаты послужили основой для разработки «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости этими КИ и их апробации на примере модельных субъектов ЮФО и СКФО.

С использованием разработанного ресурса «Zika-Map» получены новые данные о динамике распространения *Ae. albopictus* в Причерноморском регионе с расширением границ их ареала на территории Черноморского побережья Краснодарского края (в северном и западном направлениях) и Республики Крым (в северо-восточном и юго-западном направлениях).

Практическая значимость исследования состоит в разработке и использовании «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей в деятельности учреждений Роспотребнадзора при проведении ежегодной итоговой оценки заболеваемости КГЛ и АПЛ и планировании профилактических мероприятий. Результаты прогноза публикуются в ежегодных информационно-аналитических письмах Роспотребнадзора, направляются в Управление Роспотребнадзора по Ставропольскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ставропольском крае» и Министерство здравоохранения Ставропольского края, ФКУЗ «Астраханская противочумная станция» Роспотребнадзора, используются в работе

краевой межведомственной санитарно-противоэпидемической комиссии «О первоочередных задачах по подготовке к эпидсезону Крымской геморрагической лихорадки и других особо опасных инфекций на территории Ставропольского края». Результаты «Уточняющей» модели учитываются при проведении итогового анализа заболеваемости текущего года и последующем планировании мониторинговых и профилактических мероприятий, информационно-разъяснительной работы с населением и подготовке медицинского персонала по вопросам клиники и диагностики КГЛ и АПЛ.

Разработан и внедрён в практику интернет-ресурс «Zika-Map» для оперативной оценки распространения комаров рода *Aedes* и предотвращения возможного осложнения эпидемиологической ситуации по тропическим арбовирусным лихорадкам на территории Черноморского побережья Российской Федерации. Интернет-ресурс с 2016 г. используется в деятельности ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора и ФКУЗ «Противочумная станция» Роспотребнадзора Краснодарского края и Республики Крым для проведения картографического анализа данных по распространению, численности комаров *Ae. albopictus* и тенденциям изменения их ареала на Черноморском побережье страны. Получаемые результаты в оперативном режиме используются учреждениями Роспотребнадзора Краснодарского края и Республики Крым при составлении плана и рекомендаций по энтомологическому обследованию и проведению инсектицидных обработок (их экстренного выполнения при выявлении случаев заболевания лихорадкой денге или обнаружении *Ae. albopictus* на территории ЭЗО).

Методология и методы исследования

Методологическая основа диссертационной работы построена в соответствии с поставленной целью и задачами исследования. Программа исследования включает эпидемиологический, статистический (корреляционный анализ, теорему Байеса, регрессионный анализ, последовательный статистический анализ Вальда, метод Кульбака), молекулярно-биологический и серологический методы. Данные, полученные в результате исследования, проанализированы систематизированы и изложены в главах результатов диссертационной работы.

Дано заключение, сформулированы выводы, предложены практические рекомендации и указаны перспективы дальнейшей разработки темы.

Положения, выносимые на защиту

1. Особенности проявлений эпидемического процесса трансмиссивных природно-очаговых инфекционных болезней на юге России в 2014–2023 гг. характеризуются тенденцией к снижению заболеваемости клещевыми инфекциями ($T_{ср}$ убыли -0,02) и невысокой заболеваемостью ЛЗН (0,2 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$). Серьёзную опасность для здоровья населения региона представляют эндемичные нозологические формы – КГЛ и АПЛ. Регистрация завозных случаев лихорадки денге создает риск аутохтонного инфицирования вирусом денге в зонах субтропического климата Причерноморского региона (территории распространения комаров *Ae. albopictus*).

2. Динамика заболеваемости КГЛ в Ставропольском крае и Астраханской области в 2014–2023 гг. характеризуется тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли -0,1 и -1 соответственно). Численность клещей *H. marginatum* и интенсивность проявлений эпидемического процесса в Ставропольском крае в наибольшей степени зависят от комплексного влияния среднемесячных показателей климатических факторов весенне-летнего периода (r=0,8–0,9, значения коэффициентов информативности от 1,59 до 0,85) предшествующего и текущего года, в Астраханской области также выражено действие условий зимнего сезона (r= 0,8–0,9, значения коэффициентов информативности от 2,53 до 0,89).

3. Динамика заболеваемости АПЛ в Астраханской области в 2014–2023 гг. характеризуется тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли -0,1). Численность клещей *R. pumilio* и интенсивность проявлений эпидемического процесса в наибольшей степени зависят от среднемесячных показателей климатических факторов весенне-летних и осенних месяцев (r=0,8–0,9, значения коэффициентов информативности от 2,93 до 0,95).

4. Разработанные «Прогнозные» модели динамики заболеваемости КГЛ позволяют составлять краткосрочный количественный эпидемиологический

прогноз (по отдельным муниципальным районам и городским округам) для Ставропольского края с точностью 85,6 %, для Астраханской области – 77,1 %. Созданные «Уточняющие модели» позволяют проводить анализ эпидемиологической ситуации (учитывающий результаты прогнозирования и влияние факторов текущего года) для Ставропольского края с точностью 82,6 %, для Астраханской области – 74,2 % (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19).

5. Разработанная «Прогнозная» модель динамики заболеваемости АПЛ позволяет осуществлять краткосрочное количественное эпидемиологическое прогнозирование по административным районам Астраханской области, «Уточняющая» – проведение эпидемиологического анализа (учитывающего результаты прогноза и влияние факторов текущего эпидемического сезона). Точность моделей составила 79,2 и 77,2 % соответственно (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19).

6. Разработка и внедрение интернет-ресурса «ZikaMap» обеспечивает проведение мониторинга комаров рода *Aedes* в режиме реального времени и возможность оперативной коррекции плана профилактических (инсектицидных) мероприятий (их экстренного выполнения при выявлении случаев заболевания лихорадкой денге или обнаружении *Ae. albopictus* на территории эпидемиологически значимых объектов) для предотвращения возможного осложнения эпидемиологической ситуации по лихорадке денге и другим арбовирусным инфекциям в Причерноморском регионе.

7. Внедрение разработанных «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей, а также интернет-ресурса «ZikaMap» способствуют оптимизации информационной, диагностической и управленческой подсистем эпидемиологического надзора за трансмиссивными природно-очаговыми инфекционными болезнями на юге России, а также последующего научно-обоснованного дифференцированного планирования надзорных и контрольных мероприятий.

Личное участие автора и получение результатов

Диссертантом лично проведён анализ актуальности и степени изученности проблемы, разработан дизайн исследования, определены цель и задачи диссертационной работы. Автором самостоятельно в полном объёме проведены систематизация и комплексный анализ всех сведений, выполнены статистические, математические расчёты и интерпретация полученных результатов, разработаны основные положения диссертации, обоснованы и сформулированы научные выводы, практические рекомендации и определены перспективы дальнейшей разработки темы. Разработка алгоритма расчётов и программы для проведения вычислений «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей была выполнена совместно с доктором биологических наук Дубянским В.М. Автор принимала непосредственное участие в разработке дизайна, структуры, алгоритма функционирования интернет-ресурса «ZikaMap» (http://snipchi.ru/page.php?326) и организации работы по внесению данных. Диссертант лично проводила еженедельный картографический анализ результатов мониторинга комаров *Ae. albopictus* с 2016 по 2023 г. на основе использования этого ресурса и оказывала консультативно-методическую помощь по заполнению учётных форм задействованным специалистам учреждений Роспотребнадзора Краснодарского края и Республики Крым.

Внедрение результатов исследования

Данные диссертационного исследования были использованы при подготовке аналитических материалов Федерального уровня (приказ Роспотребнадзора № 1116 от 01.12.2017) и информационно-аналитических писем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека:

1. ежегодные аналитические обзоры «Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах» за 2015–2023 гг. (10 шт.);

2. письмо Роспотребнадзора № 02/798-2020-32 от 23.01.2020 «Информация об эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2019 году и прогнозе на 2020 г.»;

3. письмо Роспотребнадзора № 02/1830-2021-32 от 01.02.2021 «Информация об эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2020 году и прогнозе на 2021 г.»;

4. письмо Роспотребнадзора № 02/2740-2022-32 от 08.02.2022 «Информация об эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2021 году и прогнозе на 2022 г.»;

5. письмо Роспотребнадзора № 02/1125-2023-32 от 25.01.2023 «Информация об эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2022 году и прогнозе на 2023 г.»;

6. письмо Роспотребнадзора № 02/785-2024-32 от 22.01.2024 «Информация об эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2023 году и прогнозе на 2024 г.».

По материалам диссертации разработаны методические рекомендации «Инструкция по работе с интернет-ресурсом «ZikaMap» для анализа результатов мониторинга комаров-переносчиков возбудителей опасных инфекций на территории Черноморского побережья Российской Федерации» (одобрены решением Учёного совета и утверждены директором ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора 16.03.2023, протокол № 2), «Алгоритм составления риск-ориентированного прогноза эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической и Астраханской пятнистой лихорадкам на основе применения «Прогнозных» моделей динамики заболеваемости» и «Алгоритм проведения анализа эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической и Астраханской пятнистой лихорадкам на основе применения «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости» (одобрены решением Учёного совета и утверждены директором ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора 07.08.2025, протокол № 6).

Получены свидетельства о государственной регистрации пяти баз данных – № 2020620135 «Эпидемиологические и эпизоотологические проявления природно-очаговых инфекций в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах» от 23.01.2020, № 2024622397 «Крымская геморрагическая лихорадка в Ставропольском крае: эпидемиологическая характеристика и абиотические предикторы для прогнозирования заболеваемости» от 30.05.2024, № 2024622413 «Крымская геморрагическая лихорадка в Астраханской области: эпидемиологическая характеристика и абиотические предикторы для прогнозирования заболеваемости» от 03.06.2024, № 2024623503 «Распространение переносчиков и носителей возбудителей природно-очаговых инфекций в урбоценозах (города КМВ и Ставрополь). Результаты лабораторной диагностики» от 09.08.2024, № 2024625807 «Эпидемиология и эпизоотология Крымской геморрагической лихорадки в Российской Федерации» от 06.12.2024 и программы для ЭВМ № 2023662204 «Интернет-ресурс «ZikaMap» для анализа результатов мониторинга комаров-переносчиков возбудителей опасных инфекций на территории Черноморского побережья Российской Федерации» от 07.06.2023, разработанных в ходе работы над диссертацией.

Материалы диссертационного исследования внедрены в деятельность Управления Роспотребнадзора по Ставропольскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ставропольском крае», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» и его филиалов (Красноармейского, Новороссийского, Туапсинского и Сочинского), ФКУЗ «Причерноморская противочумная станция» Роспотребнадзора, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе», ФГКУЗ «ПЧС Республики Крым» Роспотребнадзора, ФКУЗ «Астраханская ПЧС» Роспотребнадзора, а также Научно-методического центра по мониторингу за возбудителями инфекционных и паразитарных болезней II-IV групп патогенности в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах и Референс-центра по мониторингу за возбудителем КГЛ, функционирующих на базе ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора.

Результаты работы внедрены в образовательную деятельность ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора и используются в лекционном материале на курсах профессиональной переподготовки «Бактериология. Основы безопасной работы с патогенными биологическими агентами (ПБА) I-II групп», «Эпидемиология. Основы безопасной работы с патогенными биологическими агентами (ПБА) I-II групп», курсах повышения квалификации по дополнительным профессиональным программам «Бактериология. Инфекционные болезни, требующие проведения мероприятий по санитарной охране территории Российской Федерации», «Эпидемиология. Инфекционные болезни, требующие проведения мероприятий по санитарной охране территории Российской Федерации» и «Подготовка личного состава специализированных противоэпидемических бригад для работы в чрезвычайных ситуациях», функционирующих на базе института.

Степень достоверности и апробация результатов работы

Достоверность результатов проведённых исследований определена достаточным объёмом исследуемой выборочной совокупности, использованием принятых методов статистического анализа и подтверждается проверкой на ретроспективных данных с известными исходами, а также оперативными результатами наблюдений в 2020–2023 гг. Научные положения, выводы, и практические рекомендации аргументированы, логичны и основаны на приведённых фактических данных.

Материалы диссертации были доложены и обсуждены на научных конференциях: ежегодной научной конференции молодых учёных и специалистов с международным участием «Молодые учёные – медицине» (Владикавказ, 2016, 2017, 2020); ежегодной Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены» (Иркутск, 2017; Уфа, 2019; Москва, 2022; Нижний Новгород, 2023), ежегодной международной научно-практической конференции молодых учёных «Актуальные проблемы экспериментальной и

клинической медицины» (Волгоград, 2020, 2021), ежегодной Всероссийской научно-практической конференции аспирантов и молодых учёных «Шаг в науку» (Нальчик, 2021, 2022), международном молодёжном форуме «Неделя науки – 2021» (Ставрополь, 2021), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы эпидемиологии, микробиологии, природной очаговости болезней человека», посвященной 100-летию ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» Роспотребнадзора» (Омск, 2021), межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы эпидемиологического надзора за инфекционными и паразитарными заболеваниями на юге России. Ермольевские чтения» (Ростов-на-Дону, 2022, 2025), XV Ежегодном Всероссийском конгрессе по инфекционным болезням имени академика В.И. Покровского «Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы» (Москва, 2022), I Северо-Кавказской научно-практической конференции с международным участием «Отараевские чтения» (Владикавказ, 2025).

Доклады по материалам диссертационного исследования неоднократно занимали I место в конкурсах работ молодых учёных по направлению «Эпидемиология» (в рамках IX и XI Всероссийских научно-практических конференций молодых учёных и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены», 2017, 2019; 79-й международной научно-практической конференции молодых учёных «Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины», 2021; международного молодёжного форума «Неделя науки – 2021», 2021). Результаты диссертационной работы были оценены как внёсшие значительный вклад в развитие естественных наук Ставропольского края (постановление Губернатора Ставропольского края № 323 от 05.08.2020 «О присуждении премии Губернатора в области науки и инноваций Ставропольского края молодым учёным и специалистам»).

Диссертационная работа была представлена и рекомендована к защите на заседании межлабораторной конференции ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора 04 июня 2025 года.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

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

Публикации

По теме диссертационного исследования опубликовано 88 научных работ, в том числе 29 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации для публикации основных научных результатов диссертации по специальности «Эпидемиология».

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 414 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, главы, описывающей материалы, дизайн, методы исследования, семи глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, перспектив дальнейшей разработки темы, списка литературы. Диссертация содержит 159 рисунков и 112 таблиц. Библиографический указатель включает 290 литературных источников, в том числе 246 отечественных и 44 зарубежных.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Эпидемиологическая ситуация по трансмиссивным природно-очаговым инфекциям в Российской Федерации на современном этапе

Разнообразие климатических зон территории Российской Федерации способствует поддержанию высокой активности природных очагов опасных трансмиссивных инфекционных болезней [5, 7, 39, 59, 80, 81, 88, 94, 56, 150, 158, 167, 181, 182, 184, 361, 225]. Так, согласно данным официальной статистики, среди 20 тыс. случаев ежегодно выявляемых в нашей стране ПОИ, на долю нозологических форм, возбудители которых переносятся иксодовыми клещами, приходится более половины [126]. Среди КИ, подлежащих официальной регистрации в Российской Федерации, по частоте и масштабам распространения проявлений эпидемического процесса в течение многих лет лидирует ИКБ [5, 60–63, 130, 133, 160, 236]. Всего с 2014 по 2023 г. было зарегистрировано 65 677 случаев этой КИ. Среднемноголетний показатель заболеваемости этой КИ составил 4,5 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$, (средний темп ($T_{ср}$) прироста и средний абсолютный прирост составили 0,039 и 0,2 соответственно). Подъёмы числа заболевших отмечались в 2015, 2019 гг. и (самый выраженный) в 2023 г., когда на долю ИКБ пришлась почти половина от общего числа зарегистрированных в Российской Федерации ПОИ [130, 60–63]. Данные представлены на рисунке 1. Проявления эпидемического процесса ИКБ отмечаются во всех федеральных округах страны, но 36 % из них приходится на Центральный федеральный округ (ЦФО). Данные представлены на рисунке 2. Наиболее высокой заболеваемостью при этом характеризуются Вологодская, Кировская, Свердловская, Томская области и Республика Тыва [129, 130, 132, 133]. Кроме того, эта КИ характеризуется самыми высокими показателями социально-экономического бремени среди шести эндемичных для нашей страны трансмиссивных инфекционных болезней (ИКБ, КВЭ, СКТ, АРЛ, КГЛ и ЛЗН), обусловленными преимущественно высоким числом ежегодно выявляемых случаев [184]. Снижение заболеваемости ИКБ отмечалось в период пандемии новой коронавирусной инфекции [127,128, 132].

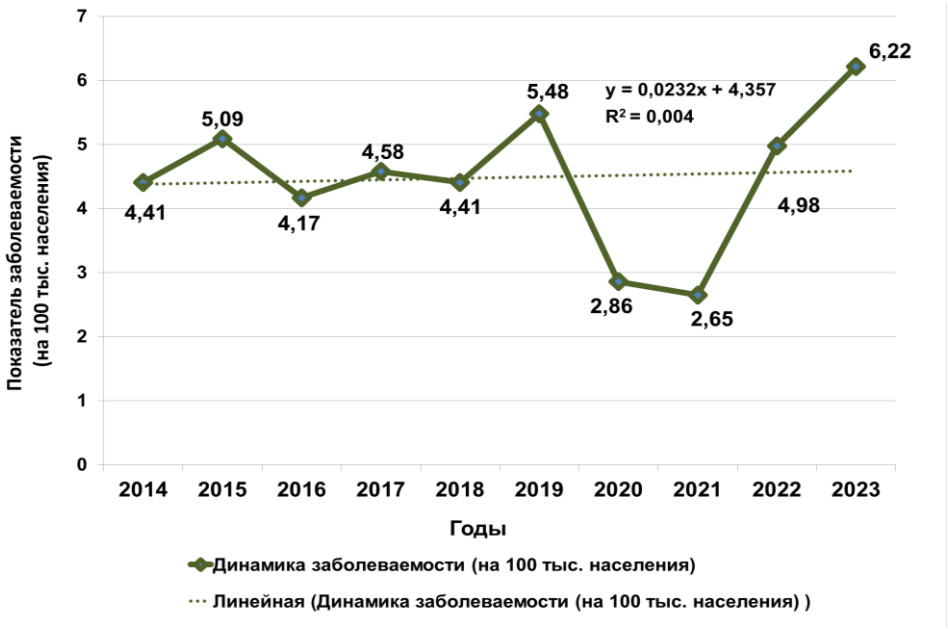


Рисунок 1 – Динамика заболеваемости ИКБ в Российской Федерации с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$) [1]

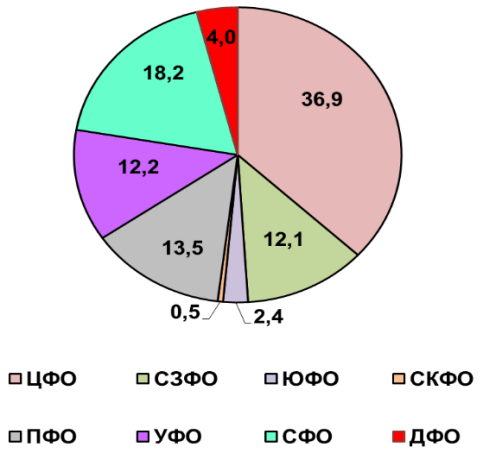


Рисунок 2 – Распределение выявленных случаев ИКБ с 2014 по 2023 г. по федеральным округам России (%) [2]

Однако наблюдаемое уменьшение интенсивности проявлений эпидемического процесса этого заболевания, согласно литературным данным, вероятнее всего, было обусловлено неспецифическими факторами – сокращением числа лабораторных исследований для верификации диагноза КИ, перепрофилированием многих медицинских учреждений и приоритетностью

[1] по данным Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»

[2] по данным форм федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» и Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»

оказания медицинской помощи на стационарном и амбулаторном этапах больным COVID-19 [128]. Это, в свою очередь, повлекло за собой снижение выявления заболевших этой и другими нозологическими формами ПОИ [127,128, 132, 232]. В пользу данного утверждения также свидетельствует зарегистрированный рост случаев ИКБ в 2022 г., достигший значений «допандемического» периода во всех федеральных округах нашей страны, с последующим превышением в 2023 г. [5, 129, 130, 235].

Серьёзную проблему для здравоохранения в Российской Федерации по-прежнему представляет КВЭ [3, 55, 56, 67, 76, 69, 130, 136, 145, 183, 239, 240]. Среднемноголетний показатель заболеваемости этой КИ составил 1,2 ± 0,09 $^{0}/_{0000}$. Однако площадь распространения вируса клещевого энцефалита (КЭ) гораздо меньше, чем ИКБ. Угроза для эпидемиологического благополучия населения этой КИ обусловлена высоким риском развития тяжёлого течения инфекционного процесса с последующей инвалидизацией больных. Летальные исходы КВЭ отмечаются ежегодно [69, 124–130]. Однако в настоящее время на территории нашей страны в целом прослеживается тенденция к снижению заболеваемости КВЭ ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,015 и -0,02 соответственно). Данные представлены на рисунке 3.

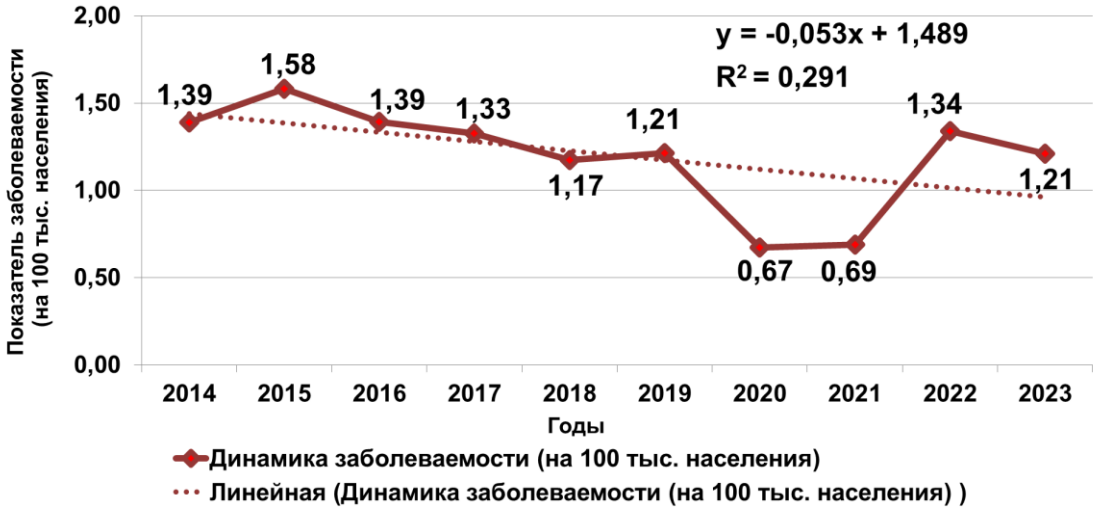


Рисунок 3 – Динамика заболеваемости КВЭ в Российской Федерации с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$) [3]

[3] по данным форм федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях»

Всего за последние 10 лет в нашей стране (по данным Референс-центра ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора по мониторингу за КВЭ) было выявлено 16 849 больных КВЭ (у 287 из них течение инфекционного процесса завершилось летальными исходами). При этом было установлено, что в большинстве случаев погибшие поздно обращались за медицинской помощью, а также не были вакцинированы против КВЭ [238].

В 2020 и 2021 гг. отмечалось значительное снижение интенсивности проявлений эпидемического процесса этой КИ в России. Это были почти самые низкие значения за всю историю эпидемиологического надзора за КВЭ в нашей стране. Вместе с тем, фактическая заболеваемость КВЭ в период пандемии COVID-19 могла быть выше официально регистрируемой, так как часть случаев, особенно с лёгким и субклиническим течением, вероятно, остались недиагностированными или учитывались под другими диагнозами. Объективные причины возможной «гиподиагностики» в 2020-2021 гг. аналогичны ранее описанным подробно при анализе динамики интенсивности проявлений эпидемического процесса ИКБ [127, 128]. В пользу данного утверждения также свидетельствует рост заболеваемости КВЭ в 2022 г. (период относительной стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19 и снижения нагрузки на систему здравоохранения) почти в два раза по сравнению с 2021 г. – 1015 и 1969 больных соответственно.

Местные случаи заболевания в течение последних десяти лет были выявлены во всех федеральных округах страны, кроме СКФО [124–130, 190, 238]. При этом почти половина больных (45 %) была выявлена в Сибирском федеральном округе (СФО). Наиболее высокими показателями заболеваемости характеризовались Красноярский край (9,4 $^{0}/_{0000}$), Кировская область (8,0 $^{0}/_{0000}$), Республика Тыва (7,5 $^{0}/_{0000}$) и Республика Алтай (6,4 $^{0}/_{0000}$) [130, 238].

В ЮФО местные спорадические случаи заражения КВЭ регистрируются только на территории Крымского полуострова [38, 225– 228].

На территории Российской Федерации расположены также активные природные очаги таких КИ, как гранулоцитарный анаплазмоз человека (ГАЧ) и моноцитарный эрлихиоз человека (МЭЧ). Однако, несмотря на широкое выявление

маркеров анаплазм и эрлихий в клещах, наблюдаемые уровни заболеваемости МЭЧ и ГАЧ сохранялись на относительно невысоком уровне в течение всего исследуемого периода. Среднемноголетние показатели заболеваемости этими КИ составили 0,01 ± 0,004 и 0,04 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$ соответственно. Возможная причина этого – недостаточность клинической диагностики и лабораторной верификации [75]. Данные представлены на рисунках 4-5.

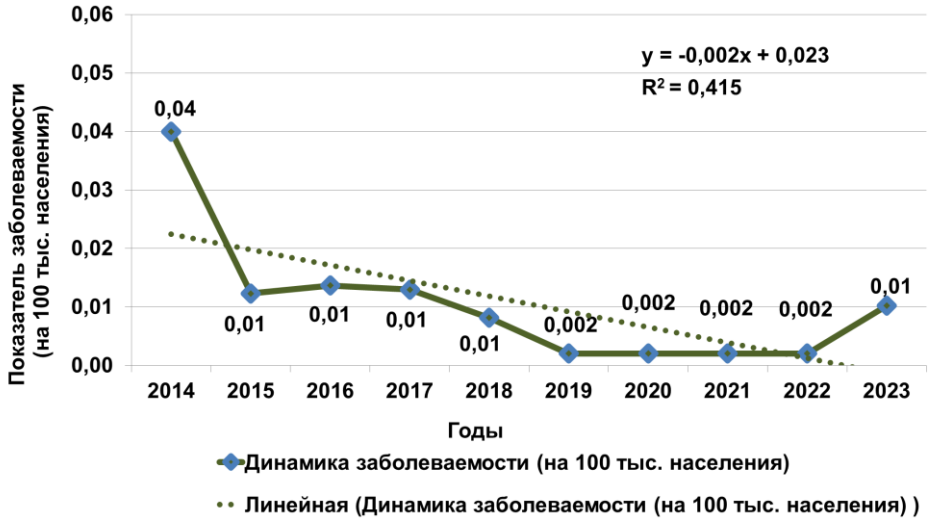


Рисунок 4 – Динамика заболеваемости МЭЧ в Российской Федерации с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$) [4]

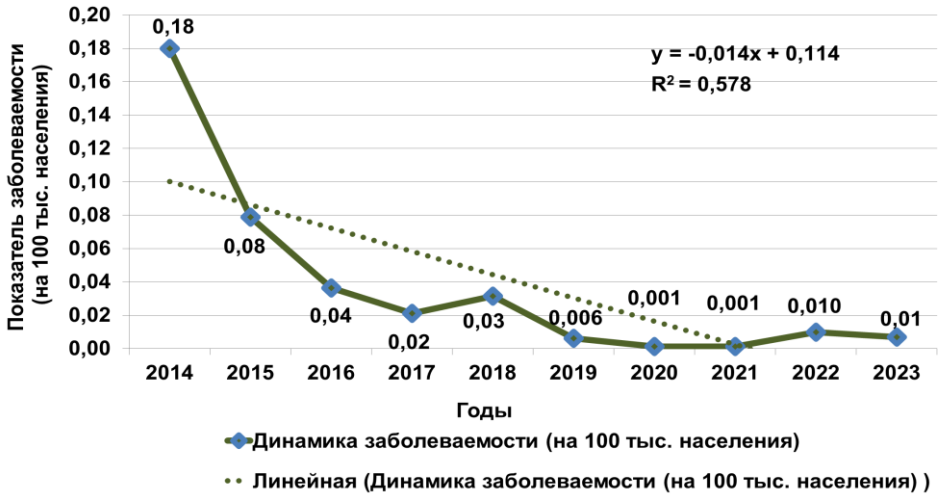


Рисунок 5 – Динамика заболеваемости ГАЧ в Российской Федерации с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$) [5]

[4] по данным форм федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» и Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»

[5] по данным форм федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» и Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»

Угрозу для здоровья населения Российской Федерации по-прежнему представляют риккетсиозы группы клещевой пятнистой лихорадки (КПЛ) [4, 68, 87, 134, 141, 202, 242, 243]. В 2022 г. эти суммарно учтённые нозологические формы (СКТ и АПЛ) находились на третьем месте по числу всех выявленных больных ПОИ (уступив лишь ИКБ и геморрагической лихорадке с почечным синдромом), в 2023 г. заняли четвёртую позицию (после КВЭ) [129, 134].

СКТ на сегодняшний день входит в группу пяти природно-очаговых трансмиссивных инфекционных болезней, обусловливающих наибольшую долю социально-экономических потерь в нашей стране [92, 115, 130, 184]. Среднемноголетний показатель заболеваемости этой КИ составил 0,9 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$. Однако динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса СКТ характеризуется тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,044). Данные представлены на рисунке 6.

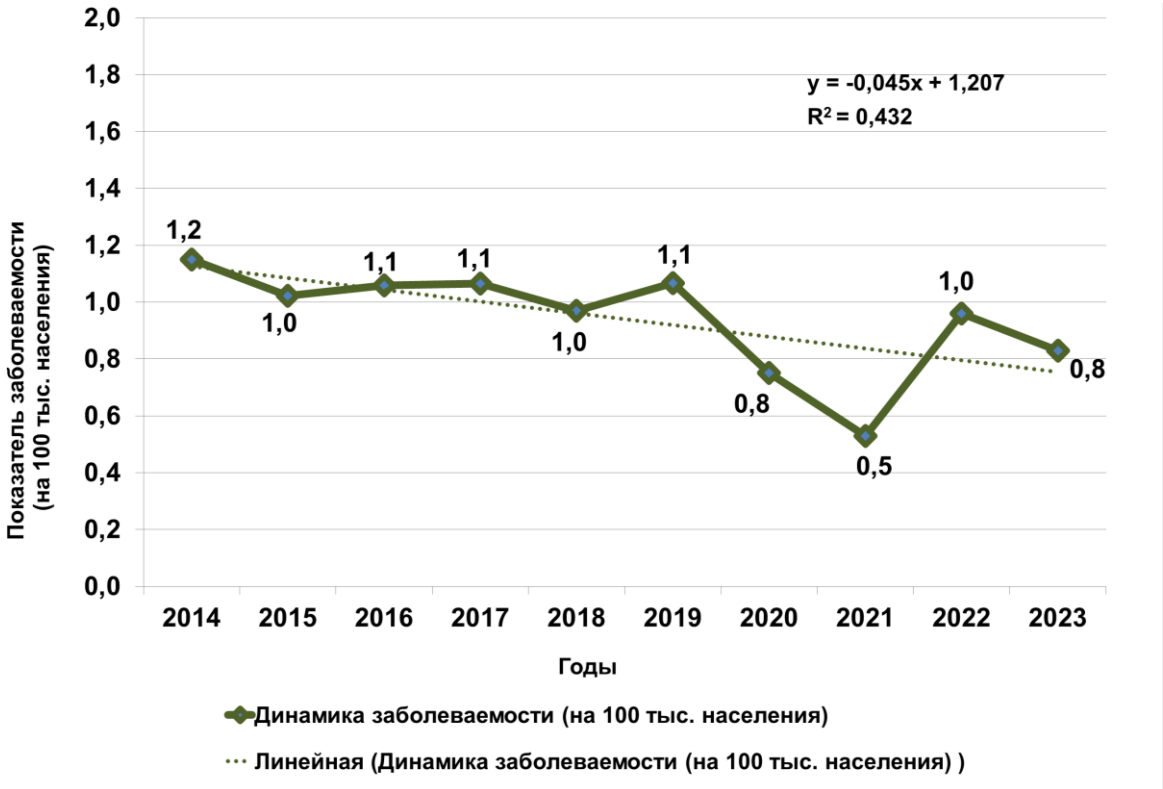


Рисунок 6 – Динамика заболеваемости СКТ в Российской Федерации с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$)[6]

[6] по данным форм федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» и Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»

При этом больные этой КИ регистрируются только в СФО, Уральском (УФО) и Дальневосточном (ДФО) федеральном округах. К субъектам очень высокой и высокой степени эпидемической опасности относятся Республика Алтай, Алтайский край и Республика Тыва [4, 130, 222].

По риккетсиозам группы КПЛ также эндемична территория юга европейской части России. Но здесь регистрируются другие нозологические формы – АПЛ и марсельская лихорадка [148, 153, 206, 235, 245]. Случаи заболевания АПЛ в Астраханской области регистрируются ежегодно [185, 199, 200, 225–234]. Больные также были выявлены в Республиках Калмыкия и Дагестан [234]. Кроме того, отмечались завозные случаи с юга России в Белгородскую область (2015 г.), в Челябинскую область и в г. Москву (2023 г.) [130]. Среднемноголетний показатель заболеваемости этой КИ составил 0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$. Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ также характеризуется тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,115 и -0,016 соответственно). Данные представлены на рисунке 7.

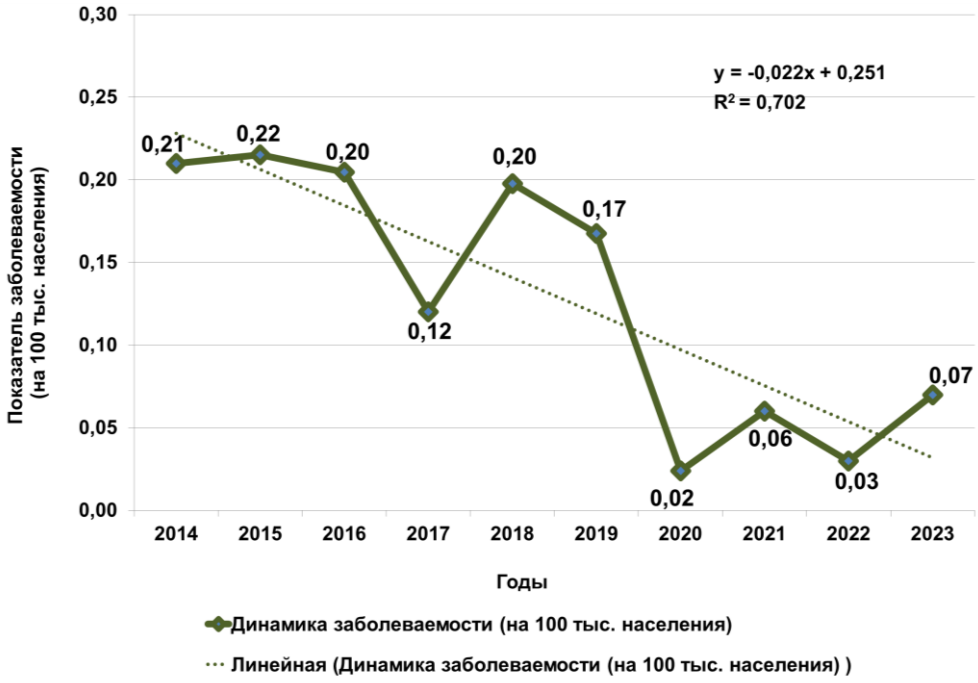


Рисунок 7 – Динамика заболеваемости АПЛ в Российской Федерации с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$)[7]

[7] по данным форм федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» и Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»

Однако, несмотря на уменьшение числа случаев АПЛ, сохраняется опасность развития тяжёлого течения инфекционного процесса и появления специфических осложнений у больных [30]. Летальность при АПЛ может достигать 20,7 % [50].

С момента вхождения Республики Крым и г. Севастополя в состав Российской Федерации (2014 г.) случаи марсельской лихорадки, в связи с отсутствием в форме государственной статистической отчётности № 2 этой нозологической формы КИ, регистрируют в разделе «Риккетсиозы» [148, 245, 246].

Также для здоровья населения юга России серьёзную угрозу представляет такая нозологическая форма КИ, как КГЛ [7, 25, 27–29, 70, 140, 169]. Больные КГЛ с 1999 г. ежегодно регистрируются на территории большинства южных субъектов нашей страны [88, 137, 138, 177, 207]. При этом внимание обращают единичные, но часто регистрируемые завозные случаи этой КИ в ЦФО, требующие не только оперативной диагностики для своевременного назначения лечения больным, но и строгого соблюдения противоэпидемического режима, что может быть затруднено в связи с недостаточной подготовкой медицинского персонала в неэндемичных регионах [7, 123, 135]. Кроме того, в настоящее время под влиянием современных изменений климата прослеживается тенденция расширения ареала вируса ККГЛ в северном направлении, что может привести в будущем к возникновению местных случаев инфицирования за пределами ЮФО и СКФО [58, 88, 91].

Среднемноголетний показатель заболеваемости этой КИ в 2014–2023 гг. составил 0,06 ± 0,01 $^{0}/_{0000}$. Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ также характеризуется тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду $y = -0{,}007x + 0{,}098$ ($R^2 = 0{,}477$). $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,115 и -0,004 соответственно.

Однако, несмотря на тенденцию к снижению заболеваемости, число летальных исходов от этой КИ остается высоким (рисунок 8). По показателям социально-экономического бремени (стоимости болезни) КГЛ находится на третьем месте (после ИКБ и СКТ). Однако по величине экономического ущерба,

связанного с одним случаем заболевания, КГЛ занимает ведущую позицию, особенно в случаях тяжелого течения инфекционного процесса [184].

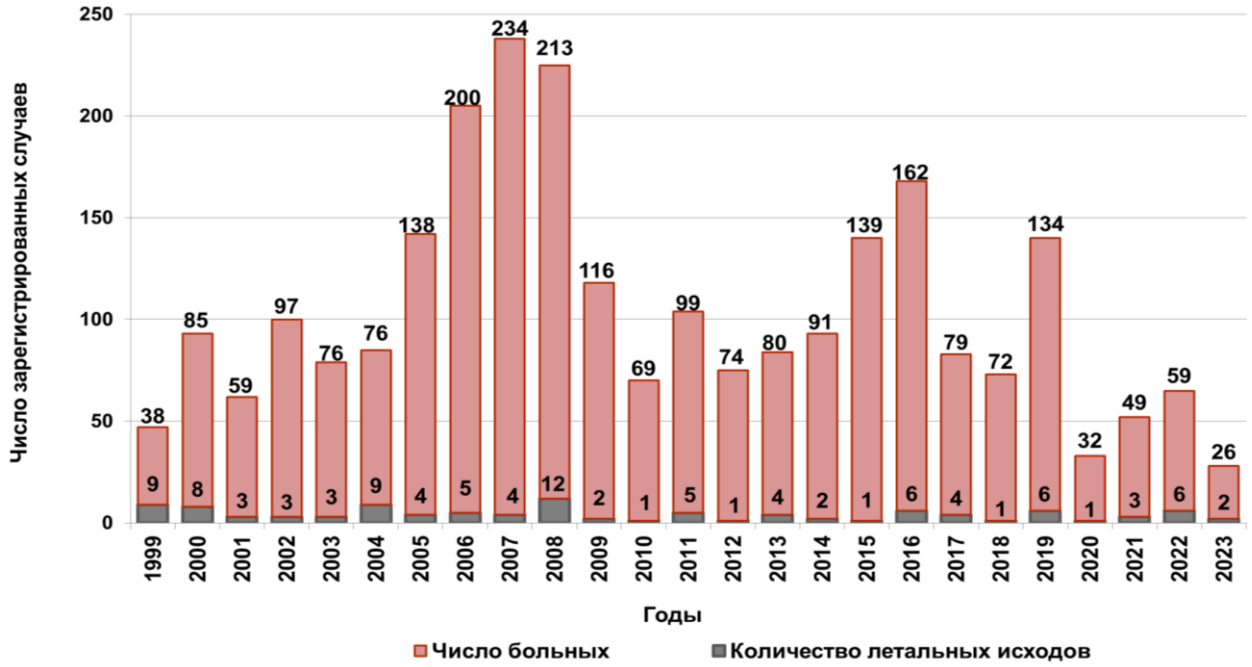


Рисунок 8 – Число больных КГЛ и летальных исходов в Российской Федерации с 1999 по 2023 г.[8]

Ежегодно в Российской Федерации регистрируется более 40 тыс. обращений населения в ЛПО по поводу присасывания клещей [124–130]. В течение исследуемого периода наибольшее значение этого показателя – 395,34 $^{0}/_{0000}$ было зарегистрировано в 2019 г., что совпало с подъёмом заболеваемости такими нозологическими формами КИ как ИКБ, СКТ и КГЛ [126]. Снижение обращаемости граждан, пострадавших от нападения клещей, отмечалось в 2020-2021 гг., что, согласно данным литературы, может быть связано с введением режима самоизоляции и ограничительных мер в период пандемии COVID-19 [127, 239]. С 2022 г. вновь наблюдается тенденция к росту обращений населения по поводу присасывания клещей [129]. Однако числовые значения этого показателя по-прежнему ниже средней величины 2014–2019 гг. (периода, предшествующему началу пандемии новой коронавирусной инфекции), составившей 351,3 ± 13,6 $^{0}/_{0000}$ (рисунок 9).

[8] по данным форм федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» и Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»



Рисунок 9 – Показатели обращаемости жителей Российской Федерации по поводу присасывания клещей в ЛПО с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$) [9]

Серьезную проблему для здоровья населения также представляют трансмиссивные инфекции, возбудителей которых переносят кровососущие комары [2, 26, 99, 100, 101, 102, 116, 121, 201, 204]. Ежегодно в Российской Федерации регистрируются проявления эпидемического процесса ЛЗН и множественные завозные случаи лихорадки Денге [124–130]. Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса ЛЗН характеризуется относительно невысоким уровнем заболеваемости (0,06 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) с периодическим возникновением эпидемических вспышек [121, 142, 143, 191]. Данные представлены на рисунке 10. В начале периода исследования (в 2014-2015 гг.) уровень заболеваемости был очень низким – 0,02 и 0,03 $^{0}/_{0000}$ соответственно. Выраженный подъём интенсивности проявлений эпидемического процесса произошёл в 2019 г. (до 0,2 $^{0}/_{0000}$). Доля летальных исходов составила 1 % [164, 191].

[9] по данным форм федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» и Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»

Однако косвенной причиной наблюдаемого в тот период высокого уровня заболеваемости ЛЗН мог стать широкий охват диагностическими исследованиями амбулаторных и стационарных пациентов с патогномоничными для этой ПОИ симптомами. Так, в 2019 г. с целью лабораторной верификации диагноза были обследованы 767 человек по сравнению со 128 в 2018 г. [121].

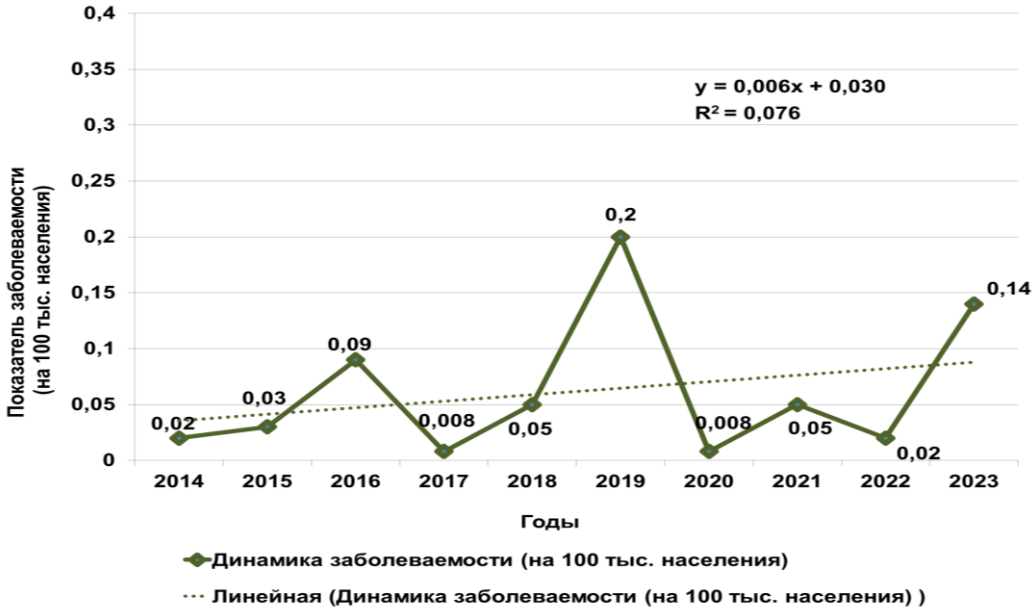


Рисунок 10 – Динамика заболеваемости ЛЗН в Российской Федерации с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$)[10]

В 2020-2021 гг. показатели заболеваемости ЛЗН были ниже средних значений допандемийного уровня 2014–2019 гг. (0,1 ± 0,03 $^{0}/_{0000}$). При этом большинство случаев этой ПОИ было зарегистрировано в ЦФО, на юге России было выявлено лишь 22 % от их общего числа [100, 102, 142, 191]. В 2022 г. проявления эпидемического процесса также оставались невысокими, их наибольшая интенсивность по-прежнему отмечалась в ЦФО (51 %), на долю южных регионов пришлось лишь 33,3 % [99]. Подъём заболеваемости ЛЗН вновь был выявлен в 2023 г. Больные были зарегистрированы в 24 субъектах Российской Федерации, в том числе в 13 – впервые [101]. Возбудитель ЛЗН в настоящее время циркулирует на территории более 70 субъектов нашей страны, но область его распространения значительно шире и простирается за пределы изотермы 20°С для наиболее тёплого

[10] по данным форм федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» и Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»

месяца. Самый северный субъект, где были выявлены местные случаи инфицирования – Тверская область [121]. Однако, в настоящее время границы ареала возбудителя ЛЗН окончательно не установлены, в связи с недостаточной достоверностью сведений об иммунной прослойке населения к вирусу ЗН и обнаружению его маркеров в пробах полевого материала, собранного в эндемичных по КВЭ субъектах [191].

Актуальную проблему для здравоохранения Российской Федерации на сегодняшний день также представляет лихорадка денге [72, 98, 104]. Эта опасная инфекционная болезнь широко распространена на обширной территории Африки, Юго-Восточной Азии и Тихоокеанского региона – популярных местах отдыха российских туристов [108, 126, 147, 258, 259, 271]. Вместе с тем, настороженность вызывает выявление аутохтонных случаев лихорадки денге в странах Европейского региона, где установлено распространение специфических переносчиков её возбудителя – комаров *Ae. albopictus*. В настоящее время больные зарегистрированы в Хорватии, Испании, Португалии, Италии и Франции [32, 252 – 254, 257, 260, 263, 266, 284, 286, 287, 290]. Вакцинных препаратов против этой инфекционной болезни на сегодняшний день нет. При этом риск летального исхода при геморрагической лихорадке денге у взрослых составляет около 5 %, а у детей достигает 20 % [96, 97, 176].

Официальная регистрация этой ПОИ проводится в нашей стране с 2012 г. Всего на сегодняшний день выявлено 1818 завозных случаев этой инфекции. Среднемноголетний показатель заболеваемости составил 0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$, $T_{ср}$ прироста и средний абсолютный прирост 0,074 и 0,005 соответственно. Наибольшее число больных было зарегистрировано в 2019 г., с 2020 г. отмечалось их уменьшение, обусловленное карантинными мероприятиями в период пандемии COVID-19 и снижением интенсивности внешних туристических потоков в целом. Однако наблюдаемая тенденция к росту популярности у отдыхающих стран Азиатского и Африканского региона, гиперэндемичных по этой инфекции, свидетельствует о сохранении риска увеличения числа завозных случаев – в 2023 г. уже было выявлено 162 заболевших (рисунок 11).

В целом у больных преобладало среднетяжёлое течение инфекционного процесса. Летальный исход, обусловленный развитием шокового синдрома при геморрагической лихорадке денге, был выявлен в 2014 г. в г. Москве [176]. Заражение молодой женщины произошло во время туристической поездки на остров Бали.



Рисунок 11 – Динамика заболеваемости лихорадкой денге в Российской Федерации ($^{0}/_{0000}$) с 2012 по 2023 г. (завозные случаи) [11]

Наибольшая доля завозных случаев этой ПОИ была выявлена в г. Москве (29,4 %). Также больные часто регистрировались в г. Санкт-Петербурге, Хабаровском крае, Новосибирской области, Красноярском крае [95, 124–130]. Но особая насторожённость связана с выявлением заболевших в субъектах Республики Крым и Краснодарского края, расположенных на территории ареала комаров *Ae. albopictus* [14, 32, 147, 112, 117, 249]. Риск возникновения местных случаев лихорадки денге в условиях субтропического климата Причерноморского региона требует особого внимания к проводимым мероприятиям эпидемиологического надзора за этой ПОИ и энтомологическому мониторингу переносчиков её возбудителя.

Таким образом, трансмиссивные инфекционные болезни в настоящее время представляют собой значительную опасность для здоровья населения нашей

[11] по данным Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»

страны. Основной вклад в формирование официальных показателей заболеваемости составляют больные Сибири, Урала, некоторых субъектов ЦФО и Северо-Западного федерального округа (СЗФО). При этом наиболее высокой интенсивностью проявлений эпидемического процесса на уровне страны в целом представляют такие нозологические формы КИ как КВЭ, ИКБ и (для обширной территории восточных округов) СКТ. Несмотря на относительно невысокий уровень заболеваемости ЛЗН, требует внимания наблюдаемая тенденция к расширению ареала вируса ЗН в северном направлении с появлением местных случаев этой ПОИ на территории ранее неэндемичных субъектов.

Однако проблема трансмиссивных ПОИ также актуальна для юга России, характеризующегося благоприятными климатическими условиями для жизнедеятельности членистоногих переносчиков их возбудителей – иксодовых клещей и кровососущих комаров [51, 85, 86, 138, 178, 192, 194, 196, 205]. Особого внимания при этом требуют эндемичные нозологические формы КИ – КГЛ и АПЛ. Интенсивность проявлений эпидемического процесса ЛЗН характеризуется относительно невысоким уровнем заболеваемости, но настороженность вызывает риск возникновения аутохтонных случаев лихорадки денге в условиях субтропического климата Причерноморского региона. В связи с этим, необходимость проведения анализа современной эпидемиологической ситуации и оптимизации эпидемиологического надзора за трансмиссивными ПОИ на юге России подтверждает актуальность проводимого диссертационного исследования.

1.2. Современные подходы к учёту природно-климатических факторов при прогнозно-аналитическом моделировании эпидемиологической ситуации по трансмиссивным природно-очаговым инфекциям

Прогнозированию эпидемиологической ситуации по трансмиссивным ПОИ, как одной из важнейших задач эпидемиологического надзора за этой группой инфекционных болезней, в настоящее время уделяется особое внимание [17, 18, 31, 83, 171, 173, 174, 166, 212, 214, 216, 217, 222]. Результаты прогноза оптимизируют управление эпидемическим процессом, служат научной основой для планирования комплекса профилактических мер, определения их приоритетной направленности и оптимальных объёмов в районах с различной степенью риска по заболеваемости населения [24, 44, 60–63, 79, 82, 114, 120, 152, 154, 171, 174, 175, 211, 213, 215]. Кроме того, данные эпидемиологического прогнозирования необходимы для своевременного обеспечения достаточного уровня подготовки медицинских работников и оснащения ЛПО с целью последующего проведения массовых диагностических исследований и оказания своевременной квалифицированной помощи больным [18, 31, 45, 47, 7, 121, 169].

Составление точного риск-ориентированного прогноза является сложной задачей, основанной, согласно Б.Л. Черкасскому (2007), «на оценке существующей обстановки и вероятных тенденций и масштабах её изменения под воздействием биологических, природных и социальных факторов» [213]. Вместе с тем, на практике их комплексный одновременный учёт при выполнении прогнозных расчётов зачастую затруднён, а в ряде случаев – почти невозможен [31]. Так, например, официальные статистические данные теоретически свидетельствуют о ежегодном выполнении планов инсектицидных обработок (как одного из наиболее значимых социальных факторов) и тенденции к росту их объёмов в субъектах как с низкой, так и с высокой заболеваемостью ПОИ [31, 60–63, 75, 42, 124–130, 221, 222]. Это обстоятельство значительно осложняет объективную оценку выраженности косвенного влияния фактически выполненных мероприятий на уровень заболеваемости населения ПОИ при прогнозировании [31]. Ограниченное использование другого важного социального фактора – сведений о вакцинации и

пассивной иммунизации, связано с отсутствием в настоящее время средств специфической профилактики для большинства (за исключением КВЭ) трансмиссивных природно-очаговых инфекционных болезней [33, 69, 88, 124–130]. Несмотря на высокую прогностическую значимость биотического фактора, непосредственно отражающего интенсивность эпизоотического процесса и состояние природных очагов инфекционных болезней, его практическое применение в расчётах также часто затруднено в связи с низкой долей обнаружения маркеров возбудителей природно-очаговых инфекционных болезней в полевом материале [31, 225–235].

Природные (в том числе климатические и экологические) факторы, наряду с социальными, считаются основными предпосылками осложнения эпидемиологической ситуации по инфекциям с различными источниками и механизмами передачи их возбудителей и часто используются при прогнозировании [34, 48, 71, 161, 173, 84, 88, 89, 156]. Но особенно наглядно их влияние прослеживается на примере трансмиссивных природно-очаговых инфекционных болезней [34, 71, 146, 155, 163, 165, 173, 187–189]. Погодные условия, оказывая прямое действие на жизнедеятельность клещей и кровососущих комаров – переносчиков возбудителей ПОИ, тем самым во многом косвенно определяют как уровень заболеваемости населения, так и начало, окончание и продолжительность сезона регистрации больных [34, 84, 116, 144, 170, 267, 270]. Учёт значений метеорологических данных в прогнозных расчётах способствует получению более точных результатов. В связи с этим, исследованиям по оценке влияния абиотических показателей на интенсивность эпидемического процесса в настоящее время уделяется особое внимание.

Так, установлено, что температура воздуха окружающей среды – один из важнейших климатических факторов, определяющих развитие всех фаз жизненного цикла членистоногих переносчиков возбудителей инфекционных болезней и, как следствие, уровень заболеваемости населения трансмиссивными ПОИ [11, 43, 46, 47, 57, 162, 193, 197, 270]. Согласно результатам многочисленных работ, от этого абиотического показателя зависит численность клещей, его

значения влияют на сохранение жизнеспособности особей во время зимней диапаузы и начало выхода из неё, на процессы эмбриогенеза и развитие личинок в тёплые сезоны года [34, 71, 88, 59, 155, 197, 270]. В качестве наглядного примера таких исследований можно привести зависимость высокого или низкого уровня проявлений эпидемического процесса КВЭ в Новосибирской области от июльских, августовских, октябрьских, а также с февраля по апрель значений этого фактора [59]. Исследования, проведённые в г. Иркутске, отражают корреляцию заболеваемости населения этой нозологической формой КИ с февральским, мартовским, майским и августовским макроциклами [84]. Кроме того, влиянием тёплого зимнего сезона также может быть объяснен периодически наблюдаемый спад интенсивности проявлений эпидемического процесса КВЭ на фоне высокой численности переносчиков его возбудителя. Это обусловлено сохранением жизнеспособности низковирулентных штаммов вируса КЭ (связанных с развитием лёгких форм заболевания), погибающих, в отличие от высоковирулентных, в условиях очень холодной зимы. Возникающие при этом множественные случаи КВЭ с лёгким течением зачастую остаются недиагностированными [84]. Существенное косвенное действие среднемесячных июльских и сентябрьских температурных значений предыдущего года на эпидемиологическую ситуацию по ИКБ подтверждается исследованиями, проведёнными во Владимирской и Иркутской областях [198].

Данные зарубежных публикаций также свидетельствуют о росте числа случаев КГЛ при повышении температуры воздуха на 1°С в Иране (максимальных величин трёх предшествующих месяцев) и Болгарии (среднегодовой) [264, 288].

Также данный фактор, оказывая прямое действие на жизнедеятельность кровососущих комаров и репликацию переносимых ими возбудителей инфекционных болезней, опосредованно влияет на интенсивность проявлений эпидемического процесса ЛЗН [156, 121, 257, 262]. Данные отечественных и зарубежных публикаций свидетельствуют, что значительный рост числа больных этой ПОИ наблюдается в годы с более высокими (по сравнению со средними) летними значениями температурного фактора [121, 151, 262, 273, 278, 282]. На

примере Волгоградской области установлено, что максимальный эпидемический подъём заболеваемости наблюдается при превышении температуры воздуха в июне выше среднего на 3,9°С и в течение 25-й недели года (накануне эпидемического сезона) на 5,2°С, а также при накопленных суммарных июньских значениях выше 22°С [144]. Согласно исследованиям А. Е. Платонова с соавт., в Ростовской области увеличение интенсивности проявлений эпидемического процесса происходит при превышении уровня 21°С майских и июньских показателей этого абиотического фактора, в Волгоградской области – майских и июльских. Также на примере этих субъектов установлен рост количества заболевших в условиях более тёплых, по сравнению с нормой, декабрьских значений предшествующего года [265, 289].

Обобщённые данные по опосредованному влиянию температуры воздуха на уровень заболеваемости различными нозологическими формами трансмиссивных ПОИ (на примере КВЭ, КГЛ и ЛЗН) представлены в таблице 1 [34].

Актуальным направлением исследований на сегодняшний день также является изучение влияние температурного показателя окружающей среды на развитие и распространение комаров *Ae. albopictus* (потенциальных переносчиков возбудителей опасных тропических лихорадок в Причерноморском регионе юга России) [13–15, 112, 139, 147, 218, 250]. Установлено, что ареал комаров этого вида, по данным разных авторов, ограничен зимними (изотермой января –1°... –3°С или среднемесячным значением не ниже 0°С) и летними (+25°… +30°С) показателями этого фактора [14, 112, 139, 147]. К тому же, ряд исследований указывает на важную роль осадков (их годового количества не менее 450–500 мм) как лимитирующего параметра в распространении комаров этого вида [14, 112, 147, 249, 250]. В связи с тем, что размножение *Ae. albopictus* происходит в небольших природных и искусственных водоёмах, именно такой объём выпавших осадков способен в достаточной мере поддерживать места для их выплода. В качестве характерной особенности этого вида комаров следует отметить, что самка откладывает яйца не в воду, а в находящийся рядом с ней влажный однородный грунт [14, 139, 147].

Таблица 1 – Опосредованная зависимость интенсивности проявлений эпидемического процесса трансмиссивных ПОИ от значений температуры воздуха

№	Нозологическая форма ПОИ	Показатели фактора (°С)	Результат косвенного действия
1.	КВЭ	в феврале (-18.0… -11.0), в марте (-10.0… -1.9), в июле (+16.9… +19.0)	уровень заболеваемости низкий[1]
2.	КВЭ	в марте (-10.0… -1.9), в июле (+16.9… +19.0)	уровень заболеваемости низкий[1]
3.	КВЭ	в апреле (-1.5… +3.0), в июле (+19.0… +22.2)	уровень заболеваемости высокий[2]
4.	КВЭ	в июле (+19.0… +22.2), в августе (+15.0… +18.7), в октябре (+2.1… + 5.6)	уровень заболеваемости высокий[2]
5.	КГЛ	увеличение максимальной температуры воздуха трех предшествующих месяцев на 1°С	повышение риска увеличения числа больных на 9 %
6.	КГЛ	увеличение средней температуры воздуха предшествующего месяца на 1°С	повышение риска роста заболеваемости на 5,5 %
7.	КГЛ	в марте-апреле (+10.5)	начало эпидемического сезона (необходимое условие для паразитирования *H. marginatum*)
8.	КГЛ	в декабре–феврале (ниже -20.0)	Снижение заболеваемости (в связи с промерзанием почвы и гибелью клещей)
9.	ЛЗН	в мае – июле (выше +21)	риск возникновения вспышек
10.	ЛЗН	25-й неделя года (выше +22)	риск резкого подъёма уровня заболеваемости
11.	ЛЗН	декабрь-январь (ниже -5)	уровень заболеваемости ниже среднего
12.	ЛЗН	накопленная сумма активных температур июня: +22 и выше	увеличение длительности эпидемического сезона

Примечание. [1] 2–19 $^{0}/_{0000}$; [2] 20–61 $^{0}/_{0000}$

При выпадении осадков в место выплода (служащее своеобразным резервуаром) поступает вода, и из яиц происходит появление личинок. Поэтому эти преимагинальные фазы *Ae. albopictus* способны сохранять жизнеспособность даже в пересыхающих микробиотопах [14, 112, 147, 249, 250].

Интерес также представляют результаты работ по изучению действия температурного фактора на трансмиссивную способность *Ae. albopictus* в

отношении переносимых ими арбовирусов. Так, накопление и размножение вируса денге происходит в комарах при температуре воздуха не ниже +22°С [265]. Оптимум для передачи этого возбудителя составляет +26,4°С (95 % доверительный интервал (ДИ): +25,2°… + 27,4°С), при значениях ниже +16,2°С (95 % ДИ: +13,2°… +19,9°С) и выше +31,6°С (95 % ДИ: +29,4°… +33,7°С) данный процесс прекращается [147, 261]. Показатели температуры воздуха от +20°С и ниже снижают потенциал трансмиссии для возбудителя лихорадки чикунгунья [147].

При этом следует отметить значимость вклада в формирование эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по ПОИ, помимо температурного показателя, других гидрометеорологических параметров – таких, как осадки и содержание влаги в почве [11, 59, 162, 195]. Выживаемость преимагинальных стадий клещей от значений этих факторов подтверждена рядом исследований [34, 88, 197, 270]. Так, низкие значения влажности почвы при появлении личинок из яйца могут привести к их высыханию. При чрезмерно избыточном или недостаточном содержании влаги в почве особи погибают в процессе линьки или при переходе в имаго. Чрезмерно низкая влажность воздуха способствует высыханию хитинового покрова и также приводит к летальности [88, 195, 270].

Так, на примере КГЛ доказано, что повышение относительной влажности воздуха двух предыдущих месяцев на 1 % приводит к увеличению численности клещей и повышению риска появления случаев этой инфекции на 4 % [288].

Кроме того, выявлено выраженное косвенное, но разнонаправленное влияние количества выпавших осадков на интенсивность проявлений эпидемического процесса ЛЗН [257, 268, 281, 283]. Так, в засушливый период наблюдается активизация передачи вируса ЗН между птицами и комарами, вследствие их скопления возле сохранившихся водоёмов [285]. С другой стороны, выпадение ливневых дождей приводит не только к росту площади и мест выплода комаров, но и к снижению концентрации питательных веществ в стоячих источниках воды, в результате чего наблюдается гибель личиночных стадий [256]. Этим могут быть объяснены регистрируемые подъёмы заболеваемости ЛЗН в условиях

одновременного избыточного количества выпавших осадков в предыдущем и засухи в текущем эпидемических сезонах [283].

Кроме того, результаты работ, проведённых в Хорватии, позволили выявить отрицательные корреляционные связи средней силы между среднемесячным количеством выпавших осадков и количеством больных этой ПОИ [305]. Сильная корреляция также установлена между числом случаев ЛЗН и влажностью почвы, влияющей на развитие личинок *Culex pipiens,* определяя их численность в дальнейшем [268].

Количество осадков (согласно данным различных литературных источников, не меньше 450–500 мм суммарно в среднем за год), определяющее выживаемость, скорость развития личинок *Ae. albopictus* и количество мест для их выплода – важный фактор ограничения распространения комаров этого вида [14, 147, 250].

Процессы жизнедеятельности комаров и скорость яйцекладки также зависят от относительной влажности воздуха (неблагоприятны как её превышение более 60 %, так и слишком низкие значения) [255]. Кроме того, результаты исследований на примере Волгоградской области свидетельствуют, что максимальный эпидемический подъём заболеваемости ЛЗН отмечается при показателях этого параметра ниже среднесезонных на 16,7 % в июне и на 24,2 % накануне эпидемического сезона (в течение 25-й недели года) [144].

Сводная информация о зависимости интенсивности проявлений эпидемического процесса трансмиссивных природно-очаговых инфекционных болезней от показателей относительной влажности воздуха представлена в таблице 2 [34].

Кроме того, интерес представляет изучение зависимости между численностью иксодовых клещей (косвенно – уровнем заболеваемости населения КИ) и значениями NDVI. Весомый вклад этого показателя в формирование микроклимата для жизнедеятельности преимагинальных фаз подтверждён рядом зарубежных исследований [263, 269, 274, 277, 278, 286].

Таблица 2 – Опосредованная зависимость интенсивности проявлений эпидемического процесса КВЭ, КГЛ и ЛЗН от содержания влаги в воздухе

№	Нозологическая форма ПОИ	Показатели фактора (%)	Результат косвенного действия
1.	КВЭ	в феврале (72.5 – 83.5) в декабре (79.8 – 85.0)	уровень заболеваемости высокий[1]
2.	КВЭ	в феврале (72.5 – 83.5) в апреле (58.0 – 73.0) в декабре (79.8 – 85.0)	уровень заболеваемости высокий[1]
3.	КВЭ	в марте (71.3 – 78.0) в августе (68.0 – 74.5)	уровень заболеваемости низкий[2]
4.	КВЭ	в июне (64.0 – 73.6) в августе (68.0 – 74.5) в октябре (73.5 – 80.0)	уровень заболеваемости низкий[2]
5.	КГЛ	увеличение максимальной относительной влажности трех предшествующих месяцев на 1%	повышение риска увеличения числа больных на 4 %
6.	ЛЗН	в июне: ниже средней на 16.7, на 25-й неделе года (накануне эпидемического сезона) – ниже средней на 24.2	максимальный подъём заболеваемости
7.	ЛЗН	25-й неделя года (ниже 50)	риск резкого подъёма уровня заболеваемости

Примечание. [1] 20–61 $^{0}/_{0000}$; [2] 2–19 $^{0}/_{0000}$

Так, на примере Красноярского края, Республики Карелия и территории южного Прибайкалья выявлено выраженное влияние климатических показателей на численность *I. persulcatus* [6, 65, 203, 208]. В Забайкальском крае и Иркутской области установлена корреляционная связь между повышенными показателями температурного фактора, длительностью безморозного периода и заболеваемостью населения ИКБ (а также численностью членистоногих переносчиков боррелий) [50, 73]. Результаты исследований, выполненных в Астраханской области, свидетельствуют о зависимости интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ от майских, июньских и июльских значений количества выпавших осадков и температуры воздуха [199].

Согласно данным зарубежных публикаций, наиболее выраженное влияние на развитие *I. ricinus* и эпидемиологическую ситуацию по ИКБ и КВЭ на территории стран южной Скандинавии, Швейцарии, Чешской Республики и Германии оказывают количество выпавших осадков, относительная влажность воздуха,

NDVI, показатели минимальной, средней и максимальной температуры воздуха различных месяцев [250, 269, 273, 278]. Иранскими исследователями установлена связь интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ с максимальными показателями температурного фактора (в предыдущем месяце) и содержания влаги в воздухе (за предшествующие полугодие и месяц) [287].

Кроме того, ряд отечественных и зарубежных работ подтверждает опосредованное влияние климатических факторов на эпидемиологическую ситуацию по ЛЗН. Так, прямая связь уровня заболеваемости данной ПОИ с температурными показателями летнего сезона и обратная – со значениями относительной влажности воздуха весенне-летнего периода обнаружены при проведении исследований в Волгоградской области [164]. Результаты исследований, проведённых на территории северных районов Ирана, демонстрируют выраженное влияние количества выпавших осадков в течение самого холодного и засушливого кварталов, а также максимальных значений температурного фактора наиболее тёплого месяца на численность комаров [282]. На примере Греции, Румынии и Турции показано, что начало эпидемического сезона данной трансмиссивной ПОИ и его продолжительность определяются среднемесячными показателями температуры и содержания влаги в воздухе [277]. Таким образом, современные подходы к прогнозированию заболеваемости трансмиссивными природно-очаговыми инфекционными болезнями основываются на комплексном учете не только биотических и социальных, но и различных гидрометеорологических показателей.

Для изучения особенностей функционирования различных прогностических моделей их целесообразнее всего разделить на три основные группы – статистические, аналитические и имитационные [40, 41, 74, 77, 168]. Первые из них основаны на выявлении прямого или опосредованного влияния различных факторов на интенсивность проявлений эпидемического процесса ПОИ с помощью методов математической статистики. Одной из первых отечественных работ, является модель, разработанная Л.Н. Большевым с соавт. в 70-х годах XX века. Методика была основана на выявлении связей между уровнем коллективного

иммунитета к КВЭ, числом лиц с присасыванием клещей и числом больных этой КИ [22, 23]. Данное направление в последующем получило широкое развитие с разработкой различных подходов к составлению долгосрочного и краткосрочного прогнозов по этой КИ [65, 208].

Так, эпидемиологическое прогнозирование по КВЭ на примере Тюменской области, Приморского и Красноярского краёв было выполнено на основе экстраполяции одномерных и многомерных временных рядов [21, 54, 209]. Этот метод основан на переносе показателей инцидентности прошлых лет (с учётом цикличности) на последующий период и является относительно простым, но не предназначен для определения сроков и интенсивности новой волны заболеваемости [208].

Для составления эпидемиологического прогноза, базирующегося на определении статистической связи между изучаемыми переменными, широко используются различные методы факторного анализа [6, 20, 35, 199]. Так, предложены способы расчёта прогнозных показателей уровней интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ и КГЛ в Астраханской области на основе корреляционно-регрессионного анализа, а также ИКБ и КВЭ в сочетанных очагах этих инфекций Южного Урала и Зауралья [35, 199].

Из зарубежных работ особый интерес представляет использование моделей регрессии с учётом значений климатических факторов для прогнозирования эпидемиологической ситуации по КВЭ в Швеции, КГЛ в Иране и ЛЗН в ряде стран Европы, Ближнего Востока и Азии [266–268, 277, 287].

Кроме того, следует отметить применение регрессионного анализа при составлении прогноза численности популяции клещей членистоногих переносчиков возбудителей ПОИ [6]. Так, с помощью данного метода выявлены связи между увеличением числа иксодовых клещей и определёнными климатическими условиями для последующего прогнозирования эпидемиологической ситуации по ИКБ на примере Иркутской области и Забайкальского края [50, 73, 84]. За рубежом были разработаны регрессионные модели для расчёта предполагаемых показателей численности клещей рода *Ixodes*

в Швеции, Норвегии и Дании, а также *I. ricinus* – в Швейцарии и в Чехии с использованием значений количества выпавших осадков, минимальных и максимальных температурных показателей, относительной влажности и NDVI различных сезонов года [250, 269, 278, 279].

Вместе с тем, практическое применение корреляционного анализа для решения задач эпидемиологического прогнозирования несколько затруднено тем, что данный метод зачастую не предусматривает глубинного изучения механизмов эпидемического процесса.

Кроме того, составление прогноза может быть выполнено на основе систем дифференциальных уравнений (вторая группа моделей). Данный подход нашёл широкое применение при прогнозировании эпидемиологической ситуации по различным антропонозным инфекциям [12, 16, 19, 77]. Разработка аналитических прогнозных моделей заболеваемости трансмиссивными ПОИ, напротив, осложняется особенностями эпидемического процесса этих инфекционных болезней, в том числе необходимостью участия специфических членистоногих переносчиков для инфицирования людей. Вместе с тем, на сегодняшний день можно выделить несколько примеров успешного практического использования подобных методов. Так, особый интерес среди отечественных работ представляет предложенный С.В. Углевой (2019) подход к прогнозированию в Астраханской области эпидемического процесса КГЛ и АПЛ (учитывающий показатели индекса обилия *R. pumilio* и *H. marginatum*) на основе метода Крамера [199]. Среди наиболее важных зарубежных исследований следует указать составление эпидемиологического прогноза по КГЛ с помощью математического моделирования в Уганде (система нелинейных дифференциальных уравнений) и в Турции (SIR) [247, 274].

Все большую популярность на сегодняшний день приобретает прогнозирование интенсивности проявлений эпидемического процесса различных инфекционных болезней (в том числе природно-очаговых) на основе имитационного моделирования и искусственных нейронных сетей [166, 221, 245, 157]. К основным преимуществам применения моделей этого типа можно отнести

возможность высокой скорости обработки разнотипных, зашумленных и даже недостаточно достоверных (за счёт возможности обобщения) первичных сведений, а также сохранение эффективного функционирования при появлении новых данных за счёт возможности «дообучения». Одним из наиболее значимых отечественных результатов применения этого подхода на сегодняшний день можно считать работу С.В. Широкоступа (2020 г.) по составлению эпидемиологического прогноза по КВЭ для Республики Алтай и Алтайского края [221]. Также интерес представляет нейросетевая модель, разработанная В.А. Евстегнеевой, для прогнозирования заболеваемости ИКБ и моделирования численности переносчиков возбудителя этой инфекции клещей *I. ricinus* на примере Тульской области, учитывающая значение биотических и климатических факторов [49]. Искусственная нейронная сеть была получена на основе трехслойного многослойного персептрона с архитектурой 14:14 – 9-1:1.

Среди зарубежных исследований следует отметить использование имитационного метода для прогнозирования интенсивности проявлений эпидемического процесса ИКБ в Шотландии, ИКБ и КВЭ в Чехии, а также расчёта показателей численности клещей–переносчиков возбудителей этой КИ в природных очагах в США [274, 275]. Заслуживает внимания опыт применения модели «случайного леса» (англ. Random Forest) для составления эпидемиологического прогноза по лихорадке денге на территории Сингапура [271].

Вместе с тем, несмотря на потенциал прогнозных нейросетевых моделей их широкое внедрение в практику затруднено сложностью точной настройки для корректного решения эпидемиологических задач, а также длительным и многократным процессом обучения.

Таким образом, в настоящее время имеется широкий спектр методов для прогноза интенсивности проявлений эпидемического процесса (с учётом опосредованного влияния на жизнедеятельность членистоногих переносчиков возбудителей инфекционных болезней) таких трансмиссивных ПОИ, как КВЭ, ИКБ, СКТ и ЛЗН. Вместе с тем, проблема прогнозирования заболеваемости эндемичными для юга России АПЛ и КГЛ требует дальнейшего решения.

1.3. Использование современных геоинформационных технологий в эпидемиологическом надзоре за трансмиссивными природно-очаговыми инфекционными болезнями

В настоящее время географические информационные системы (ГИС) – важный инструмент для решения задач эпидемиологического надзора за многими инфекционными болезнями [64, 93, 111, 113, 117, 121, 179].

Вместе с тем, о целесообразности и перспективности применения картографического метода в эпидемиологических исследованиях для пространственно-временного анализа проявлений эпидемического процесса стало известно ещё в XVIII в. [90, 180].

Так, одна из первых медицинских карт была создана в 1797 г. в США нью-йоркскими моряками во время эпидемии жёлтой лихорадки с целью решения вопросов о необходимости введения карантинных мер. В документе были обозначены территории, где предположительно происходило заражение людей возбудителем этой инфекции. На основании полученных данных в последующем изучалась связь каждого случая заболевания с прибытием и разгрузкой местных кораблей [90].

Начало проведения медицинских картографических исследований в Российской Федерации совпадает с периодом активного строительства городов-крепостей во время царствования Петра I. Карты того времени создавались преимущественно для решения задач по изучению воздействия факторов риска окружающей среды на здоровье населения [66]. К середине XVIII в. была сформирована отечественная медико-географическая научная школа, с участием военных врачей, учёных, путешественников, но с середины XIX в. в связи с военными действиями исследования были приостановлены [219].

Применение картирования в эпидемиологии вновь становится актуальным уже в советский период, когда основное направление медико-географических исследований того времени в значительной мере было определено разработанным Е. Н. Павловским в конце 30-х годов XX в. учением о природной очаговости инфекционных (паразитарных) болезней [146]. Материалами для создания карт

послужили многочисленные данные экспедиционных исследований того времени [78, 94, 218, 219]. Все получаемые в конечном итоге картографические документы можно было классифицировать как «ретроспективные» или «прогностические». Карты первого типа содержали информацию о многовековой или многолетней динамике изменения активности и площади природных очагов. На изображениях, относящихся ко второй группе, были обозначены потенциально опасные природно-очаговые территории, которые могут активизироваться под влиянием антропогенной деятельности.

Так одной из первых работ, разработанной в Институте географии Сибири и Дальнего Востока стала картосхема потенциальной опасности территории по КВЭ [105]. Затем была создана карта «Население иксодовых клещей-переносчиков инфекций с природной очаговостью южной тайги и лесостепи Иркутской области» [105].

Особого внимания также заслуживает разработанный Б.В. Вершинским в 1963 г. картографический документ «Болезни с природной очаговостью в СССР» Эта комплексная карта содержала сведения о 22 нозологических формах природно-очаговых инфекционных болезнях, представленные в виде цветовых градаций (по уровням интенсивности проявлений эпидемического процесса) и внемасштабных знаков [105, 179]. Создание и практическое применение этой карты способствовало решению основной задачи – проведения комплексного анализа территории страны по риску возникновения случаев заболевания ПОИ.

Особый интерес также представляет серия медико-географических карт, разработанных сотрудниками Института географии Сибири и Дальнего Востока [105]

Создание этих картографических ресурсов было направлено на решение следующих основных задач:

- полноценной визуализации расположения природных очагов инфекционных болезней на обследуемой территории;

- определения закономерностей распределения эпизоотических очагов на основе выявления их связей с природным и антропогенными ландшафтами;

- оценки эпизоотологического значения ландшафтов на изучаемой территории и типирования их по степени потенциальной эпидемической опасности;

- качественного и количественного анализа активности природных очагов, определения их «лоймопотенциала»;

- составления эпизоотологических и эпидемиологических прогнозов применительно к основным природно-хозяйственным подразделениям территории;

- разработки территориально дифференцированных схем профилактических мер.

Для Азиатской России на основе документа «Карта растительности бассейна Амура» (1968 г.) Ю.В. Мирончуком и И.В. Коневой были разработаны две авторские карты «Видовые комплексы иксодовых клещей Дальнего Востока» и «Болезни с природной очаговостью».

Формирование следующего этапа использования картографического метода для анализа эпидемиологической ситуации было определено развитием информационных технологий. Однако, несмотря на то, что, первая ГИС была разработана Р. Томлинсоном (R.F. Tomlinson) ещё в 1968 г. для решений сельскохозяйственных задач, широко применяться эти программно-аппаратные комплексы стали только после начала внедрения компьютеров в различные сферы деятельности [222]. Первой отечественной публикацией с картами, созданными на основе электронно-вычислительных машин, является «Эпидемиологический атлас СССР», изданный в 80-х гг. для изучения распространения ПОИ и особенностей формирования нозоареалов их возбудителей [179].

Дальнейшее совершенствование цифровой картографии продолжается с 2000 гг. Разработка различных программных продуктов таких как ArcView, MapInfo, свободно распространяемого Quantum GIS, а также отечественной ГИС «Панорама» послужили основой для создания значительного числа публикаций, посвящённых анализу эпидемиологической ситуации по ПОИ [107, 109, 119 122, 222].

Из зарубежных работ особый интерес представляет Всемирный атлас эпидемических заболеваний (World Atlas of Epidemic Diseases). В соответствующем разделе издания представлены данные по заболеваемости трансмиссивными ПОИ на уровне стран мира в различные годы. Документ включает множество фотографий возбудителей инфекционных болезней, их переносчиков, а также описания особенностей эпидемиологической ситуации по различным инфекционным болезням в начале XXI века [290].

Также следует отметить «Атлас распространения особо опасных инфекций в Республике Казахстан» (2012 г.), используемый в практической деятельности организаций здравоохранения этой страны [9].

Фундаментальной современной отечественной работой, посвящённой распространению ПОИ на территории нашей страны, по праву можно считать медико-географический атлас России «Природно-очаговые болезни» (2015 г., второе переработанное и дополненное издание – 2017 г.) [109, 110]. Документ состоит из пяти разделов и содержит более 100 авторских карт, иллюстраций и фотографий.

По-прежнему актуален на сегодняшний день коллективный научный труд сотрудников института вирусологии им. Д. И. Ивановского «Атлас распространения возбудителей природно-очаговых вирусных инфекций на территории Российской Федерации» (2001 г.). В данной работе не только наглядно представлены сведения по результатам эпизоотологического мониторинга возбудителей вирусных ПОИ, но и в виде условных знаков нанесены точки сбора проб полевого материала на территории различных субъектов нашей страны [8].

Практическую значимость имеет создание региональных атласов и карт для изучения активности природных очагов трансмиссивных инфекций и эпидемиологического районирования административных территорий в разрезе субъектов страны. В качестве типовых примеров можно привести атлас «Природно-очаговые инфекции Республики Алтай» (2012 г.) и «Атлас по распространению природно-очаговых заболеваний в городе-курорте Сочи» (2014 г.) [10, 159]. Созданы карты сочетанных эпидемических проявлений

трансмиссивных ПОИ на территории Астраханской (2010 г.) и Самарской (2015 г.) областей, зон повышенного заражения населения возбудителями КВЭ, ИКБ и клещевых риккетсиозов г. Иркутска (2020 г.) [111, 180]. Из зарубежных работ следует отметить проведение картографического эпидемиологического районирования административных образований Колумбии, в результате которого установлено, что наибольшая интенсивность проявлений эпидемического процесса лихорадок Зика и чикунгунья (92 %) отмечается в популярной туристической зоне – «кофейном треугольнике». Полученные сведения в дальнейшем были использованы для актуализации плана и проведения комплексных мероприятий, направленных на снижение угроз здоровью отдыхающих [289].

Кроме того, значительное внимание на сегодняшний день уделяется разработке и внедрению в систему эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекциями интерактивных атласов и ГИС-порталов.

Так, при проведении эпидемиологического надзора за ЛЗН уже в течение многих лет активно используется Платформа Министерства здравоохранения Канады ISPHM-WNV, разработанная на основе программного обеспечения JMAP. Интернет-ресурс обеспечивает визуализацию данных по заболеваемости населения, результатов эпизоотологических и энтомологических исследований, а также проведение районирования территории с определением рисков ухудшения эпидемиологической ситуации [64].

Для мониторинга эпидемиологических проявлений лихорадок денге, Зика, чикунгунья в Американском регионе Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) применяется онлайн-платформа PAHO/PLISA (PanAmerican Health Organization/Plataforma de Informacion en Salud de las Americas). Эта интерактивная карта на основе многолетних сведений позволяет осуществлять ранжирование территории по заболеваемости указанными арбовирусными инфекциями и летальности от них. Кроме того, встроенные инструменты вывода данных обеспечивают, при необходимости, отображение получаемых результатов в виде таблиц и графиков [64].

Наиболее известным отечественным интернет-ресурсом, имеющим важное практическое значение для проведения эпидемиологического мониторинга на региональном уровне, по праву можно считать разработанный в Нижегородском научно-исследовательском институте ГИС «Эпидемиологический атлас ПФО» http://epid-atlas.nniiem.ru/ [53, 180]. Геопортал содержит эпидемиологические данные по всем инфекционным болезням, зарегистрированным на территории ПФО с 2010 г., состоит из шести основных вкладок (рисунок 12).

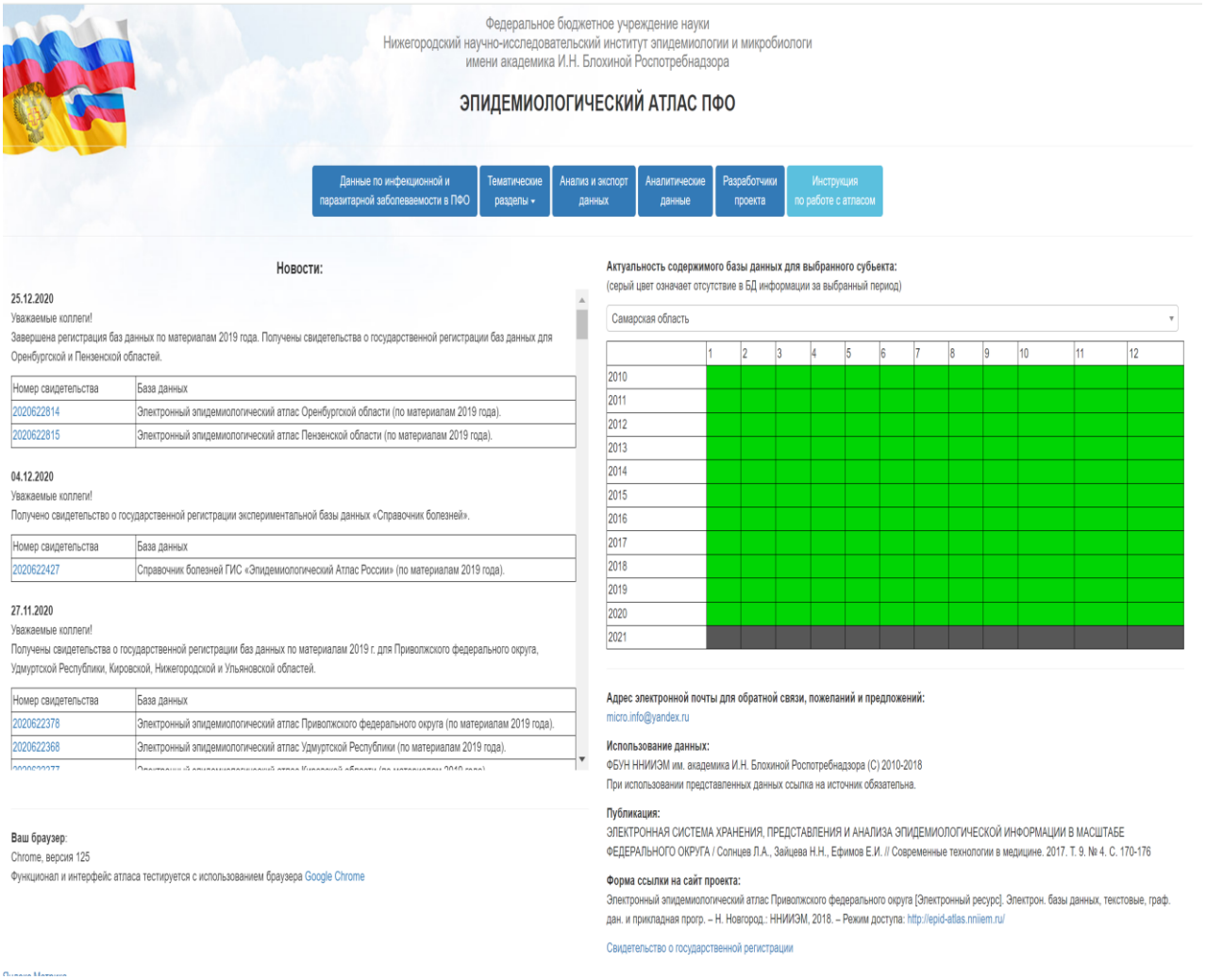


Рисунок 12 – Главная страница интернет-ресурса «Эпидемиологический атлас ПФО»

Интернет-ресурс создан на основе использования открытого картографического сервиса OpenStreetMap. Функционирование атласа в постоянном режиме обеспечивается регулярным внесением актуальной

информации по проявлениям эпидемического процесса не только в субъектах данного региона, но и входящих в их состав муниципальных районов. Сведения для проведения анализа заболеваемости (выраженные, по выбору пользователя, в относительных величинах (на 100 тыс. населения) или абсолютных значениях) могут быть представлены в картографическом виде, в табличной форме, отображены с помощью диаграмм (линейных графиков, гистограмм) или экспортированы в отчет Microsoft Excel.

Функциональные возможности геопортала предусматривают автоматизацию процессов изучения внутригодовой динамики, структуры и цикличности эпидемического процесса для каждой нозологической формы, составление краткосрочного прогноза заболеваемости на каждый месяц текущего года в графическом и табличном виде. Кроме того, структура атласа включает раздел «Аналитические данные» и вкладку с подробной инструкцией по работе с ГИС-ресурсом [180].

Также интерес представляет геоинформационный портал, разработанный сотрудниками Ростовского-на-Дону противочумного института Роспотребнадзора (http://gis.antiplague.ru). Разделы геопортала (тематические атласы) содержат информацию по различным инфекционным болезням, в том числе по трансмиссивным ПОИ [37, 180]. Так, на электронных картах «Международные транспортные сообщения. Ростовская область» и «Внешний эпидемиологический риск – заболеваемость» отображены ежегодные количественные данные по зарегистрированным в нашей стране и за рубежом случаям (в том числе завозным) ЛЗН, лихорадок Ласса, Эбола, денге, чикунгунья, Зика и других опасных инфекционных болезней, возбудители которых передаются через укусы кровососущих комаров (рисунки 13-14).

На серии вкладок «Крымская геморрагическая лихорадка – Ростовская область» представлены сведения о пространственном распределении выявленных на территории субъекта случаев заболевания КГЛ и обнаружении маркеров её возбудителя в пробах полевого материала с 2015 по 2019 г.

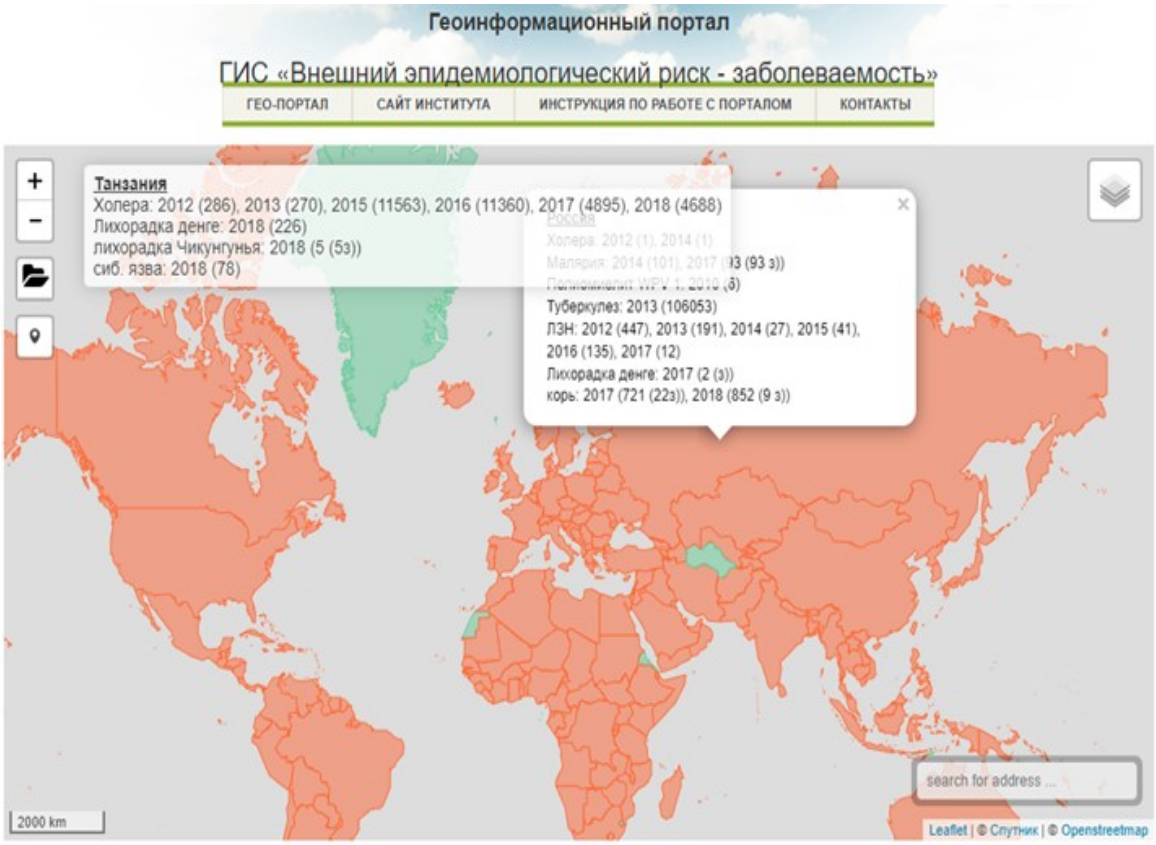


Рисунок 13 – ГИС «Внешний эпидемиологический риск – заболеваемость»

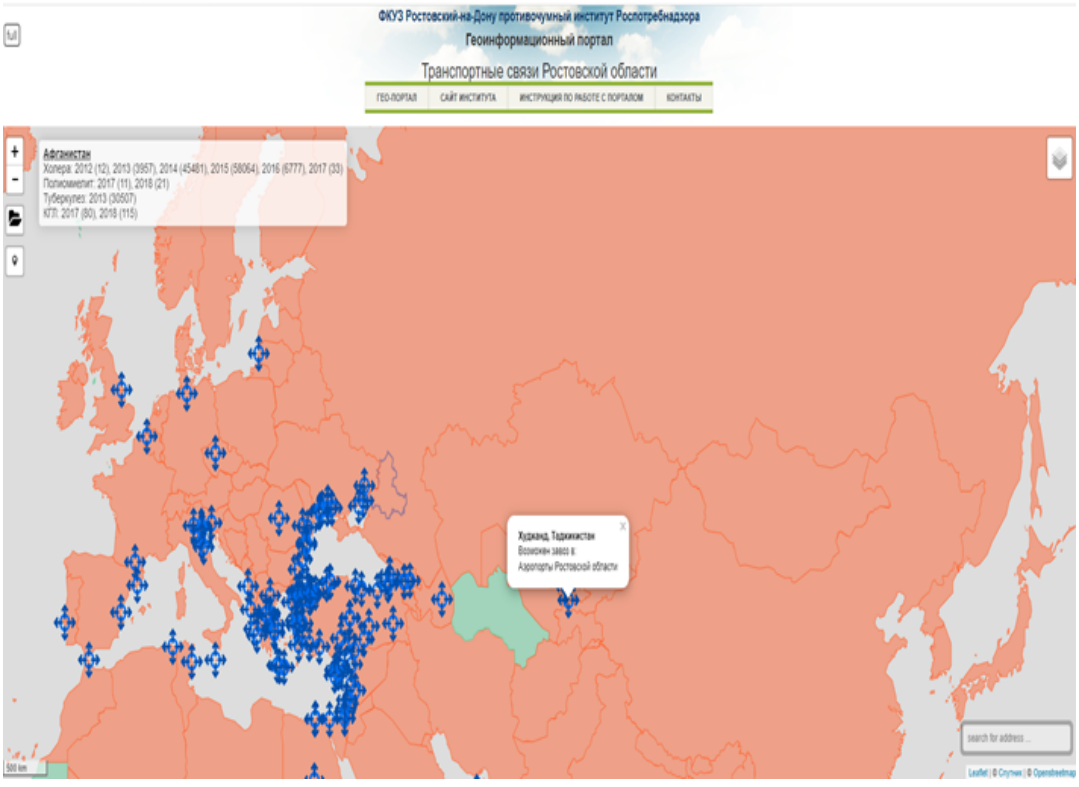


Рисунок 14 – ГИС «Международные транспортные сообщения»

Несмотря на перспективы практического использования геопортала, несколько ограниченные функциональные возможности (не предусмотрены экспорт данных и указание даты их нанесения на карты, отсутствует информация о возрастной структуре больных) свидетельствуют о целесообразности его дальнейшего совершенствования [180].

Активная работа по использованию ГИС для оптимизации алгоритма мониторинга возбудителя ЛЗН проводится в ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора [64, 121]. Разработанный интерактивный атлас «Лихорадка Западного Нила на территории Российской Федерации» http://lzn-refcenter.ru/gis/ содержит эпидемиологические данные, результаты серологического мониторинга и лабораторных исследований полевого материала на наличие маркеров вируса ЗН [121]. Для картографического отображения данных следует выбрать год, административный субъект и вид сведений. Кроме того, многолетние данные могут быть визуализированы в виде столбиковых диаграмм на основе использования библиотеки Charts.js (рисунок 15).

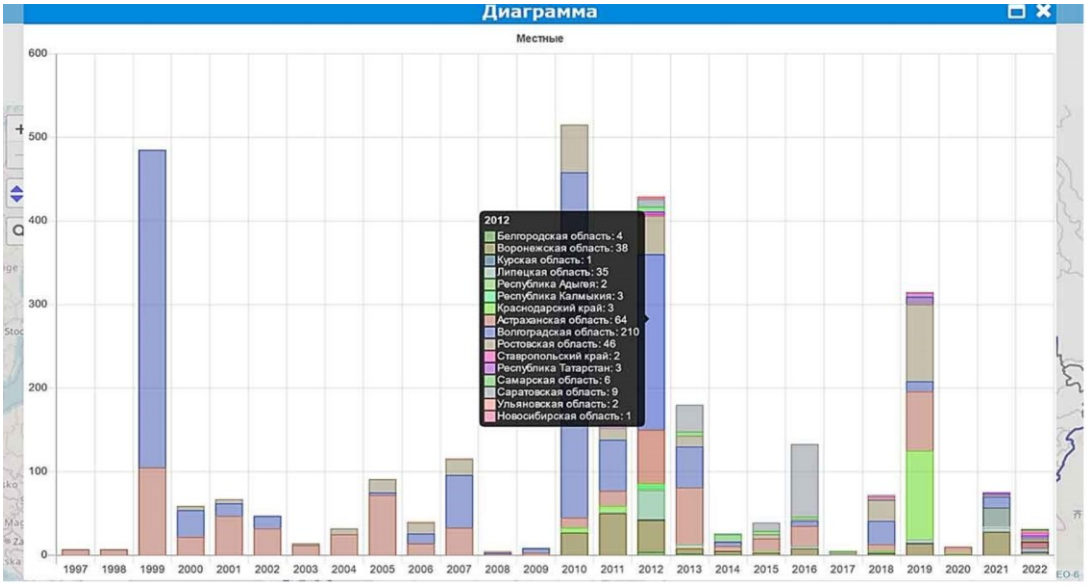


Рисунок 15 – Пример отображения эпидемиологических данных в виде столбиковых диаграмм (интерактивный атлас «Лихорадка Западного Нила на территории Российской Федерации»)

Согласно полученным данным, различные карты и интернет-ресурсы на основе ГИС в настоящее время широко используются при изучении интенсивности проявлений эпидемического процесса трансмиссивных природно-очаговых

инфекционных болезней, визуализации результатов лабораторных исследований полевого материала, а также эпидемиологического ранжирования территории. Вместе с тем, ни один из данных геопорталов, несмотря на их широкие функциональные возможности, не предназначен для решения проблемы оперативного картографического мониторинга комаров рода *Aedes* и случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками в режиме реального времени для предотвращения возможного осложнения эпидемиологической ситуации по этим опасным инфекционным болезням на Черноморском побережье нашей страны.

Таким образом, результаты проведённого анализа литературных данных свидетельствуют, что трансмиссивные природно-очаговые инфекционные болезни по-прежнему представляют серьёзную угрозу для здоровья населения Российской Федерации. Лидирующее положение по числу больных в нозологической структуре КИ в 2014–2023 гг. занимает ИКБ (4,5 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$). Регистрируются множественные случаи (1,2 ± 0,09 $^{0}/_{0000}$) КВЭ, в том числе летальные. На территории ряда субъектов УФО, СФО и ДФО сохраняется высокая интенсивность проявлений эпидемического процесса СКТ. Отмечаются спорадические случаи заболевания ГАЧ (0,04 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) и МЭЧ (0,01 ± 0,004 $^{0}/_{0000}$). Наблюдается тенденция к расширению ареала возбудителя ЛЗН в северном направлении с появлением местных случаев этой ПОИ на территории ранее неэндемичных субъектов ЦФО, УФО, СЗФО и СФО.

Однако особого внимания требует проблема поддержания стабильной эпидемиологической ситуации по трансмиссивным ПОИ на территории юга европейской части нашей страны. Благоприятные природные условия региона обусловливают не только эндемичность субъектов ЮФО и СКФО по ряду опасных инфекционных болезней (наибольшую опасность из которых представляют КГЛ и АПЛ), но и риск аутохтонного инфицирования населения при появлении завозных случаев лихорадок денге и чикунгунья в зоне субтропического климата Краснодарского края и Республики Крым на территории ареала комаров *Ae. albopictus.*

Согласно данным литературы, на сегодняшний день активно проводятся исследования по совершенствованию мониторинга и прогнозированию интенсивности проявлений эпидемического процесса трансмиссивных ПОИ с учётом многофакторного влияния климатических показателей на численность членистоногих переносчиков их возбудителей. В то же время большинство таких научных работ выполнены для КВЭ, СКТ и ЛЗН. Для составления риск-ориентированного прогноза заболеваемости эндемичными для юга России КГЛ и АПЛ (с учётом зависимости жизнедеятельности *H. marginatum* и *R. pumilio* от комплексного влияния погодных условий) разработано лишь небольшое число методик. Кроме того, не выполнялись ранее работы по созданию «Уточняющих» моделей для научно-обоснованного анализа интенсивности проявлений эпидемического процесса с учётом данных прогноза и влияния факторов текущего года (которое невозможно учесть при прогнозировании заранее) для поиска вероятных причин снижения/роста числа больных КИ.

Полученные в ходе анализа литературных источников данные также отражают широкое применение современных геоинформационных технологий при проведении эпидемиологического надзора за ПОИ как за рубежом, так и в нашей стране. Для проведения картографического анализа заболеваемости и результатов лабораторных исследований полевого материала созданы различные печатные и электронные атласы, а также несколько интернет-порталов. Однако ни один из них не позволяет проводить анализ мониторинга *Ae. albopictus* в режиме реального времени и случаев возникновения заболеваний тропическими арбовирусными лихорадками для последующей немедленной коррекции плана профилактических мероприятий и выполнения локальных дезинсекционных обработок.

Таким образом, результаты литературного обзора подтверждают актуальность настоящего диссертационного исследования, посвященного разработке систем мониторинга и прогнозирования (на примере КГЛ и АПЛ) для поддержания стабильной эпидемиологической ситуации по трансмиссивным ПОИ на юге европейской части нашей страны.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Материалы и дизайн исследования

Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора «Совершенствование эпизоотологического и эпидемиологического мониторинга природных очагов инфекционных болезней на юге России в современных условиях» (регистрационный номер № АААА-А16-116022510094-3, 2016–2019 гг.), «Совершенствование эпизоотолого-эпидемиологического мониторинга природно-очаговых инфекционных болезней с использованием современных информационно-аналитических систем (на примере субъектов Южного и Северо-Кавказского федеральных округов)» (регистрационный номер № 122031500429-7, 2022–2024 гг.), в рамках деятельности Научно-методического центра по мониторингу за возбудителями инфекционных и паразитарных болезней II-IV групп патогенности в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах, Референс-центра по мониторингу за возбудителем КГЛ, а также НИОКР «Электронная паспортизация природных очагов чумы и КГЛ на территории Юга Российской Федерации» в рамках Государственной программы «Обеспечение химической и биологической безопасности Российской Федерации» (2021–2024 гг.) и проекта, поддержанного Российским научным фондом «Создание опирающейся на данные дистанционного зондирования Земли методологии анализа и прогнозирования влияния климатических и экологических факторов на заболеваемость природно-очаговыми инфекциями» (№ 19-75-20088, 2019–2022 гг.).

При написании обзора литературы был проведён анализ 290 источников по теме диссертационной работы.

Материалами исследования послужили данные официальной статистической отчётности, информационные и аналитические материалы, учётно-отчётная документация, результаты энтомологического мониторинга и лабораторных исследований полевого материала, гидрометеорологические данные (Таблица 3).

Таблица 3 – Материалы исследования

№ п/п	Материалы исследования	Наименование	Период (годы)	Количество, ед.
1.	Данные официальной государственной статистической отчётности	**1.** Формы федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» (годовые)	2014–2023	10
		2. Бюллетени «Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту» Федеральной службы государственной статистики (РОССТАТ)	2014–2023	10
2.	Учётно-отчётная документация, информационные и аналитические материалы Роспотребнадзора	**1.** Сведения по заболеваемости населения трансмиссивными инфекционными болезнями, предоставленные Управлениями Роспотребнадзора в субъектах ЮФО и СКФО и Референс-центром по мониторингу за возбудителем ЛЗН (табличные отчёты в формате Microsoft Excel 2010)	2014–2023	150
		2. Внеочередные донесения «О регистрации случая Крымской геморрагической лихорадки», предоставленные Управлениями Роспотребнадзора в субъектах ЮФО и СКФО	2014–2023	840
		3. Ежегодные даннные обращаемости населения по поводу присасывания клещей в ЛПО, предоставленные Управлениями Роспотребнадзора в субъектах ЮФО и СКФО (табличные отчёты в формате Microsoft Excel 2010	2014–2023	150
		4. Итоговые донесения по заболеваемости КГЛ, проведённым организационным и профилактическим мероприятиям, предоставленные Управлениями Роспотребнадзора в субъектах ЮФО и СКФО (ежегодные)	2014–2023	150
		5. Государственные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»	2014–2023	10
		6. Государственные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения» (в субъектах ЮФО и СКФО)	2014–2023	150

Продолжение **Таблицы 3**

№ п/п	Материалы исследования	Наименование	Период (годы)	Количество, ед.
3.	Результаты энтомологического мониторинга и лабораторных исследований полевого материала	**1.** Сведения о численности и результаты лабораторных исследований *H.marginatum*, собранных на территории Ставропольского края, методами ПЦР и ИФА – на наличие РНК и антигена вируса ККГЛ соответственно (исследования были выполнены и предоставлены (в виде табличных отчётов в формате Microsoft Excel 2010) сотрудниками ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в Ставропольском крае и ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора (лабораторий медицинской паразитологии и диагностики вирусных инфекций)	2014–2023	85502
		2. Сведения о численности и результаты лабораторных исследований *H. marginatum*, собранных на территории Астраханской области, методами ПЦР и ИФА – на наличие РНК и антигена вируса ККГЛ соответственно (исследования были выполнены и предоставлены сотрудниками ФКУЗ «Астраханская противочумная станция» Роспотребнадзора и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в Астраханской области)		52144
		3. Сведения о численности *R. pumilio* на территории Астраханской области (исследования были выполнены и предоставлены (в виде табличных отчётов в формате Microsoft Excel 2010) сотрудниками ФКУЗ «Астраханская противочумная станция» Роспотребнадзора)	2014–2023	32147
		4. Сведения по мониторингу *Ae. albopictus* были взяты из базы данных «ZikaMap» http://snipchi.ru/page.php?326. Лабораторные исследования *Ae. albopictus* на наличие РНК арбовирусов были выполнены и предоставлены (в виде табличных отчётов в формате Microsoft Excel 2010) сотрудниками учреждений Роспотребнадзора юга России, задействованных в заполнении интернет-ресурса «ZikaMap»	2016–2023	30538

Продолжение **Таблицы 3**

4.	Климатические данные	**1.** Бюллетени Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды «Обзор состояния и тенденций изменения климата России» (сезонные)	2014–2023	40
		2. Доклады Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды «Об особенностях климата на территории Российской Федерации» (ежегодные)	2014–2023	10
		3. Сведения из базы данных сервиса ВЕГА-Science (ежемесячные значения гидрометеорологических факторов по каждому административному району Ставропольского края) Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» Института космических исследований Российской академии наук	2005–2023	82 992
		4. Сведения из базы данных сервиса ВЕГА-Science (ежемесячные значения гидрометеорологических факторов по каждому административному району Астраханской области) Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг» Института космических исследований Российской академии наук	2013–2023	22176

При проведении анализа эпидемиологической ситуации по КГЛ и АПЛ, а также разработке «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости этими КИ (в качестве «независимых» переменных) использовались числовые значения биотических, климатических и социальных факторов за многолетний период.

В качестве биотических факторов были выбраны показатели численности *H. marginatum* и *R. pumilio,* их прокормителей (крупного и мелкого рогатого скота) и результаты лабораторных исследований клещей методами ИФА и ПЦР на наличие антигена и РНК вируса ККГЛ соответственно (абсолютные число положительных пулов и их % от общего количества), собранных при проведении эпизоотологического обследования Астраханской области и Ставропольского края, а также снятых с людей.

Перечень климатических данных для проведения оценки их комплексного влияния на численность клещей-переносчиков возбудителей КГЛ и АПЛ и опосредованного – на уровень заболеваемости населения этими КИ, а также последующего использования при разработке моделей включал 14 ежемесячных показателей за каждый год исследуемого периода:

- NDVI (в отн. ед.);
- среднюю температуру воздуха (°С);
- максимальную температуру воздуха (°С);
- долю площади, покрытой снегом (%);
- минимальную температуру воздуха (°С);
- относительную влажность воздуха (%);
- температуру почвы на глубине 10 см (°С);
- температуру почвы на глубине 40 см (°С);
- влажность почвы на глубине 10 см (%);
- атмосферное давление (Па);
- влажность почвы на глубине 40 см (%);
- глубину снежного покрова (м);
- количество выпавших осадков (кг/м^2);
- облачность (%).

Социальные факторы были представлены числовыми значениями:

- показателей проведения противоклещевых обработок сельскохозяйственных животных (голов), пастбищ (м^2) и природных биотопов (м^2);
- обращаемости в ЛПО по поводу укусов клещей (в $^0/_{0000}$);
- показателей выполнения информационно-разъяснительной работы с населением (выступлений по телевидению и публикаций в газетах, инструктажей групп риска и бесед с населением, раздаточных материалов);
- провизорных госпитализаций лиц с подозрением на КГЛ.

В качестве «зависимых» переменных были выбраны годовые интенсивные показатели (ИП) заболеваемости (на 100 тыс. населения) КГЛ и АПЛ по муниципальным районам и городским округам Ставропольского края и

Астраханской области. Для автоматизации всех математических вычислений была разработана программа на основе Microsoft Excel 2010 (совместно с д.б.н. В.М. Дубянским).

Интернет-ресурс «ZikaMap», созданный для анализа результатов мониторинга комаров-переносчиков возбудителей опасных инфекционных болезней, расположен на сервере Ставропольского противочумного института Роспотребнадзора http://snipchi.ru/page.php?326. Для разработки программного комплекса использовался язык HTML + CSS + JavaScript. Минимальные системные требования рабочего места и сервера для работы с интернет-ресурсом «ZikaMap» представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Минимальные системные требования рабочего места и сервера для работы с интернет-ресурсом «ZikaMap»

№ п/п	Минимальные системные требования	Сервер	Рабочее место
1.	процессор	2 ядра с частотой 1,1 ГГц	2 ядра с частотой не ниже 1,7 ГГц
2.	оперативное запоминающее устройство	256 Мб	2 Гб
3.	сеть	100 Мбит	100 Мбит
4.	операционная система	Linux, Microsoft Windows 10	любая с подходящим браузером (Firefox, Chromium и т.д.)
5.	разрешение экрана	–	не ниже 1280 х 720 пикселей

Проведённое диссертационное исследование состояло из девяти последовательных этапов.

Первый этап заключался в проведении обзора литературы, включающего сбор, систематизацию и анализ 290 различных литературных источников по теме работы.

Научный поиск был выполнен по следующим основным направлениям:

– особенности эпидемиологической ситуации по трансмиссивным ПОИ в Российской Федерации с 2014 по 2023 г.;

– современные представления о влиянии абиотических факторов на жизнедеятельность иксодовых клещей и кровососущих комаров – переносчиков

возбудителей инфекционных болезней и (опосредованно) на динамику и уровень заболеваемости населения трансмиссивными ПОИ, а также о возможностях использования различных гидрометеорологических данных в эпидемиологическом прогнозировании;

– применение современных геоинформационных технологий в решении задач эпидемиологического надзора за ПОИ в нашей стране и за рубежом.

Второй этап заключался в сборе и структурировании сведений, а также определении комплекса методов для достижения цели исследования и решения поставленных задач.

Третий этап работы был посвящён изучению нозологической структуры и особенностей проявления эпидемического процесса трансмиссивных ПОИ на территории юга России с 2014 по 2023 г. Для КИ и инфекционных болезней, возбудители которых переносятся кровососущими комарами, был проведён анализ динамики и тенденций заболеваемости, территориального распределения больных, их возрастно-полового и социально-профессионального состава, условий и путей заражения, тяжести течения и клинических форм инфекционного процесса, летальности.

Кроме того, по каждому субъекту ЮФО и СКФО, а также по региону в целом были проанализированы показатели обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей.

После систематизации и обобщения полученных результатов были определены нозологические формы трансмиссивных ПОИ, представляющие наибольшую опасность для здоровья населения юга России и выбраны модельные субъекты для изучения эпидемиологической ситуации и факторов, влияющих на её формирование, а также последующей разработки предложений по оптимизации эпидемиологического надзора.

Так, на четвёртом этапе диссертационного исследования по каждому из 255 зарегистрированных случаев заболевания КГЛ в Ставропольском крае и 32 в Астраханской области были проанализированы:

– дата и полные сведения о месте выявления больного (населённый пункт, муниципальный район / городской округ, административный субъект, регион);

– возраст, пол;

– профессиональное положение, род занятий;

– механизм, путь, факторы передачи, условия и место заражения возбудителями КИ;

– метод лабораторного подтверждения диагноза;

– клиническая форма, тяжесть течения инфекционного процесса и исход заболевания.

Кроме того, для этих субъектов был проведен анализ данных мониторинга клещей-переносчиков возбудителя этой КИ, численности их прокормителей (крупного и мелкого рогатого скота), результатов лабораторных исследований *H. marginatum* методами ИФА и ПЦР на наличие антигена и РНК вируса ККГЛ соответственно, обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей, а также комплексного влияния климатических факторов на жизнедеятельность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения КГЛ. Также были проанализированы показатели выполнения профилактических (информационно-разъяснительной работы, акарицидных обработок сельскохозяйственных животных и открытых стаций) и противоэпидемических (провизорных госпитализаций, сроков обращения заболевших в ЛПО после возникновения первых симптомов, диагнозов, устанавливаемых при их госпитализации, сроков изменения ошибочных предварительных диагнозов у больных КГЛ) мероприятий. Для биотических, климатических и социальных факторов были рассчитаны коэффициенты корреляции и информативности.

На пятом этапе аналогичным образом был проведен анализ эпидемиологической ситуации по АПЛ (и факторов, влияющих на её формирование) в Астраханской области.

Шестой этап был посвящен разработке «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости КГЛ, их проверке и апробации на примере модельных субъектов (Ставропольского края и Астраханской области). Проверка

моделей проводилась ретроспективно на основе использования значений факторов и известных показателей заболеваемости (на 100 тыс. населения) по каждому административному району в 2018–2019 гг., апробация была выполнена в 2020–2023 гг. Также для каждой модели была выполнена оценка её диагностической ценности (с расчётом показателей чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного и отрицательного результатов).

На седьмом этапе были разработаны «Прогнозная» и «Уточняющая» модели динамики заболеваемости АПЛ на примере Астраханской области. Их проверка, апробация и оценка результатов были выполнены согласно принципам, используемым ранее для моделей динамики заболеваемости КГЛ.

Восьмой этап работы был посвящён разработке интернет-ресурса «ZikaMap» для проведения мониторинга комаров-переносчиков арбовирусов и случаев заболевания лихорадками денге, Зика и чикунгунья в режиме реального времени с целью предотвращения возможного осложнения эпидемиологической ситуации по арбовирусным инфекциям в Причерноморском регионе. Также была выполнена оценка результатов практического применения «ZikaMap» на территории Черноморского побережья Краснодарского края и Республики Крым для проведения анализа численности и распространения комаров рода *Aedes* и оперативной работы в случаях обнаружения *Ae. albopictus* на территории ЭЗО или регистрации завозных случаев лихорадки денге.

В завершении диссертационного исследования были разработаны научно-обоснованные предложения по оптимизации информационной, диагностической и управленческой подсистем эпидемиологического надзора за трансмиссивными ПОИ и последующего дифференцированного планирования надзорных и контрольных мероприятий с использованием разработанных «Прогнозной», «Уточняющей» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ, а также интернет-ресурса «Zika-Map». Даны практические рекомендации и представлены перспективы дальнейшей разработки темы. Схематично дизайн и этапы исследования представлен на рисунке 16.



Рисунок 16 – Дизайн и этапы исследования

2.2. Методы исследования

Для достижения цели и решения поставленных задач были использованы эпидемиологический, молекулярно-биологический, серологический, и статистический методы.

Анализ эпидемиологической ситуации по трансмиссионным ПОИ на юге России был проведён с использованием описательных и аналитических методических приёмов ретроспективного анализа. Для субъектов ЮФО, СКФО и региона в целом были проведены расчёты показателей заболеваемости и обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей с 2014 по 2023 г. (в $^{0}/_{0000}$). Для всех количественных переменных были проведены вычисления их средних значений и стандартных ошибок (±) средних.

Оценка тенденций заболеваемости и изменения других факторов была выполнена на основе линейного парного регрессионного анализа с использованием метода наименьших квадратов. Для определения точности построенных уравнений тренда были рассчитаны коэффициенты детерминации (R^2). Анализ динамики показателей с вычислением среднего темпа прироста и среднего абсолютного прироста (убыли) был выполнен с помощью онлайн-ресурса https://medstatistic.ru/calculators/calcdynamic.html

Сбор и определение показателей численности *H. marginatum* и *R. pumilio* выполнялись энтомологами ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора, ФКУЗ «Астраханская противочумная станция» Роспотребнадзора, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в Ставропольском крае, отлов комаров рода *Aedes* – специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» и его филиалов (Красноармейского, Новороссийского, Туапсинского и Сочинского), ФКУЗ «Причерноморская противочумная станция» Роспотребнадзора, ФГКУЗ «ПЧС Республики Крым» Роспотребнадзора, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе» и ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора.

Энтомологический мониторинг и лабораторные исследования полевого материала осуществлялись в соответствии с методическими рекомендациями МР 3.1.0322-23 «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах инфекционных болезней», методическими указаниями МУ 3.1.3.2488-09 «Организация и проведение профилактических и противоэпидемических мероприятий против Крымской геморрагической лихорадки», МУ 3.1/4.2.4140-25 «Эпидемиологический надзор, лабораторная диагностика и профилактика клещевых риккетсиозов» и методическими рекомендациями МР 3.5.2.0110-16 «Организация и проведение мероприятий по энтомологическому мониторингу и регуляции численности кровососущих комаров *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus*».

Лабораторные исследования клещей и комаров методами ПЦР и ИФА также проводились сотрудниками лабораторных подразделений данных учреждений Роспотребнадзора. Членистоногих, собранных при проведении энтомологического обследования, исследовали пулами (10–20 особей), клещей, снятых с людей – индивидуально. Экстракцию РНК вируса ККГЛ выполняли с помощью набора реагентов «РИБО-преп» (ФБУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора, РФ), получение вирусной кДНК – с использованием набора реагентов «РЕВЕРТА-L 100» (ФБУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора, РФ), согласно инструкциям производителя. Детекцию РНК вируса ККГЛ проводили с применением диагностической тест-системы «АмплиСенс CCHFV-FL» (ФБУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора, РФ), иммуноферментное выявление антигена – с помощью набора реагентов «ВектоКрым-КГЛ-антиген» («Вектор-Бест», Россия), в соответствии с инструкциями по применению. Наличие РНК вируса денге подтверждали с использованием набора реагентов «АмплиСенс Dengue virus-FL» (ФБУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора, РФ), согласно инструкции производителя. Лабораторные исследования проб клещей на наличие маркеров возбудителя АПЛ в течение исследуемого периода в Астраханской области (2014–2023 гг.) не проводились.

Климатические данные для каждого административного района модельных субъектов были получены с использованием метода дистанционного зондирования Земли из космоса с проведением автоматических измерений каждые четыре часа.

Количественная оценка силы связи между изучаемыми факторами проводилась методом непараметрического корреляционного анализа с расчётами коэффициентов корреляции Спирмена (уровень значимости считался достоверным при $p < 0,05$) по шкале Чеддока в программе IBM SPSS Statistics 26.0

Кроме того, с целью изучения опосредованного влияния биотических, климатических и социальных показателей на уровень заболеваемость КГЛ и АПЛ по административным районам выбранных модельных субъектов для каждого фактора были вычислены коэффициенты информативности по методу Кульбака.

Разработка «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ была основана на применении байесовского подхода, реализованного через последовательный анализ Вальда [40, 41, 48]. Расчёты проводились в разработанной программе на основе Microsoft Excel 2010 (подробно представлено далее в разделах 6.1 Главы 6 и 7.1 Главы 7).

Алгоритм проведения математических вычислений на основе использования разработанных «Прогнозных» и «Уточняющих» (для проведения эпидемиологического анализа, учитывающего результаты прогноза и влияние факторов текущего эпидемического сезона) моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ состоит из пяти последовательных этапов (таблица 5).

Все вычисления для каждого административного района выбранных субъектов юга России проводились пошагово на основе дихотомического рекурсивного поиска:

- отсутствия/появления хотя бы одного больного на 100 тыс. населения в каждом административном районе;

- превысит/не превысит ИП заболеваемости (на 100 тыс. населения) выбранные пороговые уровни.

Таблица 5 – Алгоритм расчётов «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ

№ п/п	Этапы расчётов
1.	Определение коэффициентов информативности (ИК) и прогностических коэффициентов (ПК) для каждого выбранного фактора на основе многолетних данных
2.	Систематизация анализируемых факторов (ранжирование показателей со значениями ИК ≥ 0,5 в порядке убывания)
3.	Проведение расчётов для определения отсутствия (появления) хотя бы одного случая заболевания на 100 тыс. населения в каждом муниципальном и городском округе
4.	Выполнение последовательных вычислений предполагаемого уровня / анализа заболеваемости (на 100 тыс. населения) для каждого административного района относительно пороговых уровней медианы, среднего и третьего квартиля
5.	Представление результатов в табличном виде

Показатели медианы, среднего и третьего квартиля (на 100 тыс. населения) также рассчитываются в разработанной программе автоматически, их числовые значения для Ставропольского края и Астраханской области представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Числовые значения пороговых уровней для «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ (на 100 тыс. населения)

№ п/п	Модели динамики заболеваемости	Медиана	Среднее	Третий квартиль
1.	КГЛ (на примере Ставропольского края)	0,9	3,5	4,7
2.	КГЛ (на примере Астраханской области)	0,5	1	2
3.	АПЛ (на примере Астраханской области)	25	39,5	62,4

Для вычисления коэффициентов информативности каждого фактора все его числовые значения за многолетний период разделяются на классы (диапазоны). После чего последовательно проводится определение вероятностей того, что значение фактора попадает в данный диапазон при условии последующей регистрации хотя бы одного больного КГЛ/АПЛ на 100 тыс. населения (превышение выбранного порогового уровня) или, наоборот, возникновения случая заболевания не будет (ИП заболеваемости не превысит соответствующий порог). Рассчитанные вероятности (частости) подвергаются процедуре сглаживания методом скользящей средней, чтобы свести к минимуму влияние выбора границ диапазонов на конечный результат. Затем для каждого фактора рассчитываются ПК (логарифм отношения сглаженных вероятностей, увеличенный в 10 раз) и информативность диапазонов (путём произведения ПК на полуразность сглаженных вероятностей, уменьшенное в 100 раз). КИ (суммарная информативность признака) представляет собой степень различий его распределений при дифференцируемых состояниях «+» и «-», чем больше значение этого показателя, тем выше прогностическая ценность фактора.

В качестве порогового уровня вероятности положительного решения для «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости КГЛ было выбрано значение 99,0 %, АПЛ – 90 %, с вероятностью ошибок 1,0 и 10 % соответственно.

Оперативный мониторинг комаров рода *Aedes* (с оценкой динамики изменения границ их ареала) и случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками на территории Черноморского побережья юга России проводился в режиме реального времени на основе использования разработанного интернет-ресурса «ZikaMap». Интернет-ресурс «ZikaMap» построен по основным принципам клиент-серверной архитектуры. Доступ к ресурсу централизованный, защищён паролём, возможен с любых устройств (персональных стационарных или портативных компьютеров), не требует приобретения и установки дополнительного программного обеспечения.

Основные компоненты программного комплекса интернет-ресурса «ZikaMap» схематично представлены на рисунке 17.



Рисунок 17 – Компоненты программного комплекса интернет-ресурса «ZikaMap»

Серверная часть содержит систему управления базами данных (СУБД) и приложение серверной обработки, использует ArcGIS посредством обращения к нему с помощью RestAPI.

Клиентская часть предназначена для непосредственной работы на стационарном компьютере. Разработанный пользовательский интерфейс работает в обозревателе интернет страниц (веб-браузер), что позволяет учесть переносимость между различными операционными системами. Для его минимального функционирования требуется любой современный браузер, поддерживающий технологии HTML5 и CSS3 (например, Firefox, Chrome, Яндекс-браузер и т. д.). Клиентская часть написана на языке HTML + CSS + JavaScript для визуализации информации и взаимодействия с пользователем. «Клиент» позволяет отображать данные из базы, а также выгружать с сервера (при необходимости). Принцип взаимодействия пользователя с интернет-ресурсом «ZikaMap» схематично представлен на рисунке 18.



Рисунок 18 – Основной принцип взаимодействия пользователя с интернет-ресурсом «ZikaMap»

В основе работы разработанного интернет-ресурса «ZikaMap» лежит формирование электронной базы, состоящей из множества таблиц:

- каждая таблица состоит из строк (записей) и столбцов (полей);

- каждая строка таблицы (запись) включает данные об одном проведённом обследовании стационарной точки мониторинга комаров (выявлении одного случая заболевания тропическими арбовирусными лихорадками);

- каждый столбец (поле) содержит различные характеристики объектов, содержащихся в строках – атрибуты (например, дата проведения мониторинга, вид ландшафта, вид комара, относительная численность и т. д.);

- все записи имеют одинаковую структуру – они состоят из полей, в которых хранятся атрибуты объекта;

- каждое поле записи содержит одну характеристику объекта и имеет строго определённый тип данных (например, текст, число, дата и т. д.);

- все записи имеют одни и те же поля, но разные значения атрибутов.

Внесение данных происходит последовательно по предлагаемым полям вручную пользователем путём ввода или выбора информации из выпадающего списка (таблица 7).

Таблица 7 – Описание полей, используемых в учётной форме «Карточка мониторинга комаров» интернет-ресурса «ZikaMap»

№ п/п	Название поля (столбца)	Тип поля	Размер поля	Описание поля
1.	Температура	Числовой	Значение с плавающей запятой	Значение температуры воздуха (°С) на момент проведения мониторинга
2.	Сумма осадков (в миллиметрах)	Числовой	Значение с плавающей запятой	Количество выпавших осадков (мм) на момент проведения мониторинга
3.	Ландшафт	Текстовый	Справочник значений	Вид ландшафта (выбрать из списка)
4.	Стации	Текстовый	Справочник значений	Вид стации (выбрать из списка)
5.	Номер точки мониторинга	Числовой	Целое число	Номер стационарной точки
6.	Вид комара	Текстовый	Справочник значений	Вид комара (выбрать из списка)
7.	Личинка\Имаго	Текстовый	Справочник значений	Стадия развития комара (выбрать из списка)
8.	Количество	Числовой	Целое число	Количество отловленных комаров
9.	Относительная численность	Числовой	Значение с плавающей запятой	Количество обнаруженных комаров (ловушко-час)
10.	Визуальный учёт	Числовой	Целое число	Количество визуально обнаруженных комаров
11.	Район	Текстовый	Справочник значений	Район проведения мониторинга (выбрать из списка)
12.	Движение материала	Текстовый	Текст 1024 символа	Учреждение, в которое был направлен материал для дальнейших исследований
13.	Дата учёта	Число/дата	Дата ДД.ММ.ГГГГ	Дата проведения мониторинга
14.	ФИО учётчика	Текстовый	Текст 130 символов	ФИО специалиста, проводившего мониторинг
15.	Адрес мониторинга	Текстовый	Текст 2048 символов	Адрес проведения мониторинга
16.	Координаты мониторинга	Числовой	2 числовых значения с плавающей запятой	Координаты места проведения мониторинга (широта и долгота)

Для хранения данных используется СУБД ArcGIS.

Принципы разработки и функционирования интернет-ресурса «ZikaMap» представлены далее в разделе 8.1 Главы 8.

Глава 3. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО ТРАНСМИССИВНЫМ ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫМ ИНФЕКЦИЯМ НА ЮГЕ РОССИИ (2014–2023 ГГ.)

3.1. Анализ заболеваемости клещевыми инфекциями

На территории юга Российской Федерации с 2014 по 2023 г. было зарегистрировано 5105 случаев КИ (1,9 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$). Среднемноголетний уровень заболеваемости был ниже аналогичного общероссийского показателя (6,8 ± 0,5 $^{0}/_{0000}$) в 3,6 раза. Большинство случаев КИ в регионе (87,3 %) было зарегистрировано на территории ЮФО (2,7 ± 0,4 $^{0}/_{0000}$), в СКФО (0,7 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) – 12,7 %. Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса этих ПОИ на юге России характеризовалась тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -0,158x + 2,827 (R^2 = 0,357). Данные представлены на рисунке 19.

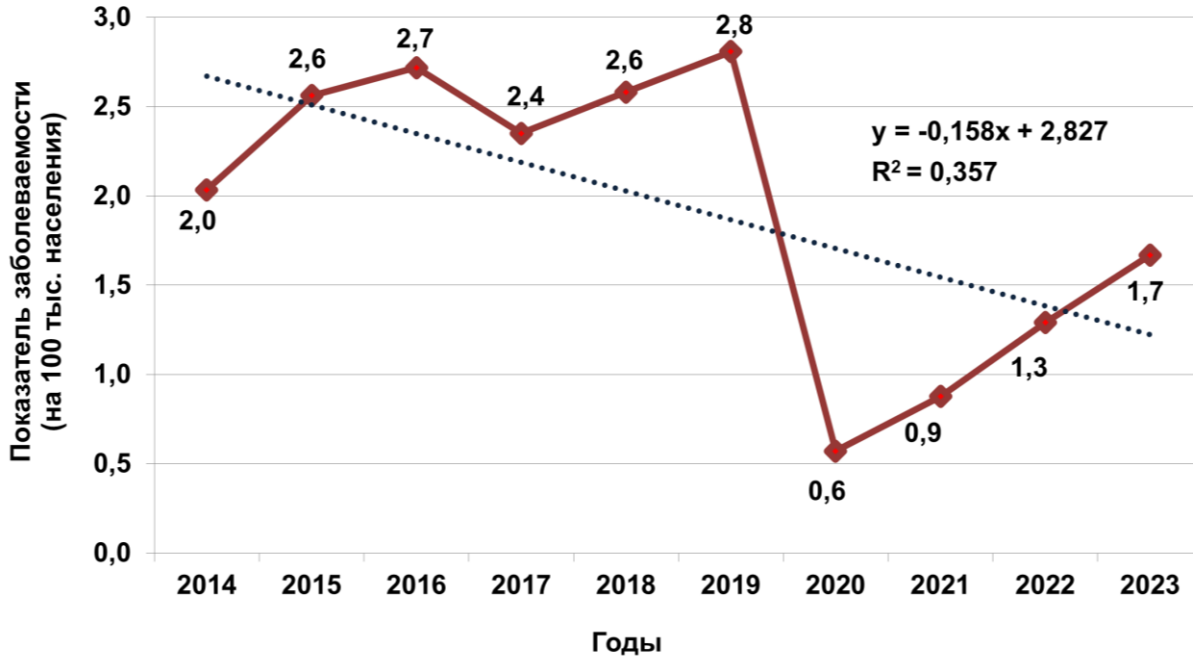


Рисунок 19 – Динамика заболеваемости КИ на юге России с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$)

Так, в 2023 г. по сравнению с 2014 г. уровень заболеваемости уменьшился на 15 % ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,02 и -0,03 соответственно). Наиболее низкая интенсивность проявлений эпидемического

процесса отмечалась в период пандемии новой коронавирусной инфекции. Показатели заболеваемости КИ были ниже среднего значения предшествующего периода 2014–2019 гг. (2,5 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) на 76 и 64 % в 2020 и 2021 гг. соответственно. Некоторая тенденция к росту заболеваемости вновь наблюдается с 2022-2023 гг. (с превышением показателя предыдущих двух лет (0,8 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$) на 62,5 и 112,5 % соответственно, но не достигнув допандемийного уровня).

Среди всех субъектов юга России проявления эпидемического процесса КИ не были зарегистрированы только в Республике Ингушетия (рисунок 20). Большая часть выявленных случаев по региону в целом и в ЮФО приходится на Астраханскую область (36,9 и 42,2 % соответственно), в СКФО – на Ставропольский край (86,8 %).

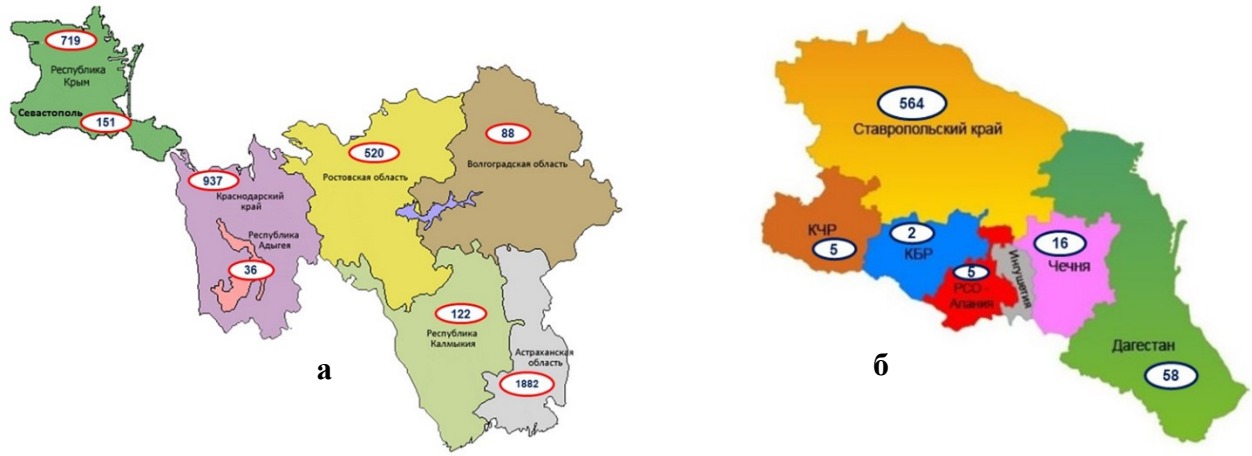


Рисунок 20 – Случаи заболевания КИ в субъектах ЮФО (а) и СКФО (б) (2014–2023 гг.)

Сохранению напряжённой эпидемиологической ситуации по КИ на юге России способствует высокая активность членистоногих переносчиков их возбудителей, которую косвенно отражают значения обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей (рисунок 21). Это подтверждается высокой прямой корреляционной зависимостью ($r=0,8$, $p<0,05$) уровней заболеваемости КИ от величин данного показателя.

Всего в течение исследуемого периода в регионе было зарегистрировано 282 378 лиц, пострадавших от нападения клещей (107,6 ± 9,5 $^{0}/_{0000}$). Среднемноголетний показатель был ниже аналогичного общероссийского значения (342,7 ± 9,2 $^{0}/_{0000}$) в 3,2 раза. Большинство обращений в регионе (68,1 %)

было зарегистрировано на территории ЮФО (117,2 ± 11,0 $^{0}/_{0000}$), в СКФО (91,5 ± 7,4 $^{0}/_{0000}$) – 31,9 %. Динамика этого показателя на юге России характеризовалась некоторой тенденцией к снижению что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -5,558x + 138,12 (R^2 = 0,312), $T_{ср}$ прироста и средний абсолютный прирост составили 0,01 и 0,99 соответственно. Наиболее низкая обращаемость населения в ЛПО была выявлена в 2020 г. (67,9 ± 0,5 $^{0}/_{0000}$). Величина этого показателя в 2023 г. (93,8 ± 0,6 $^{0}/_{0000}$) превысила среднее значение предыдущих трёх лет (74,2 ± 4,0 $^{0}/_{0000}$) на 26,4 %, но оставалась ниже среднего уровня допандемийного периода 2014–2019 гг. (126,5 ± 8,9 $^{0}/_{0000}$) на 25,9 %. Данные представлены на рисунке 21.

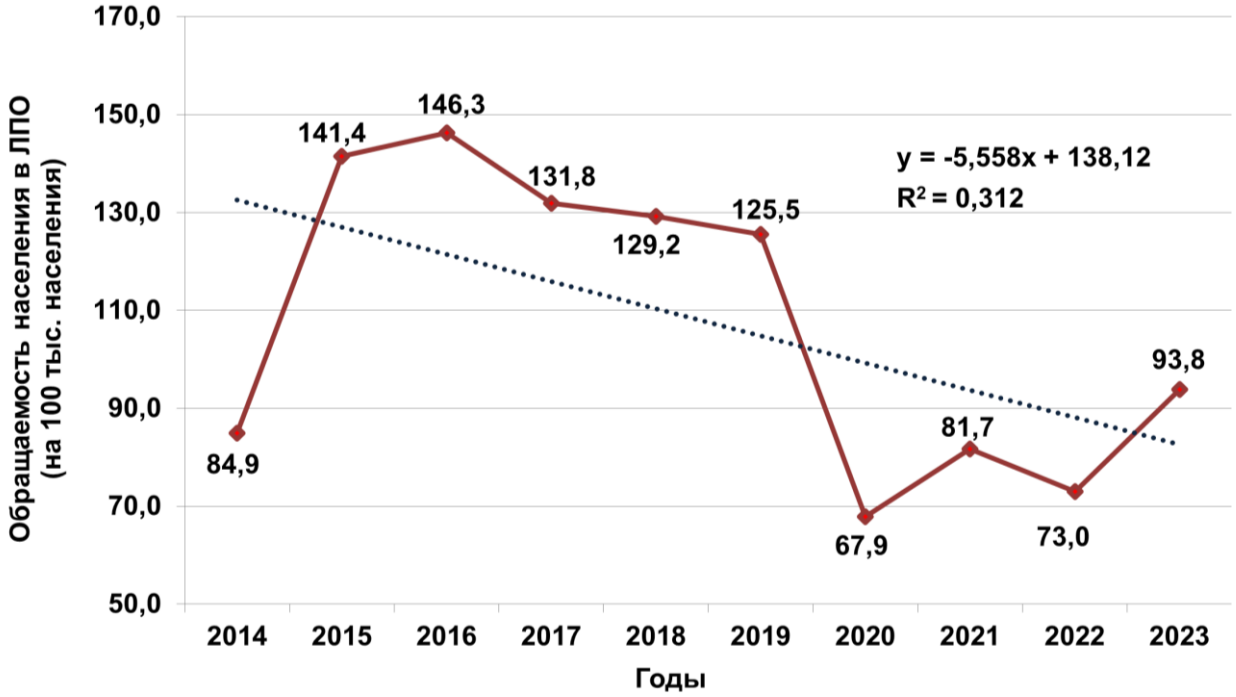


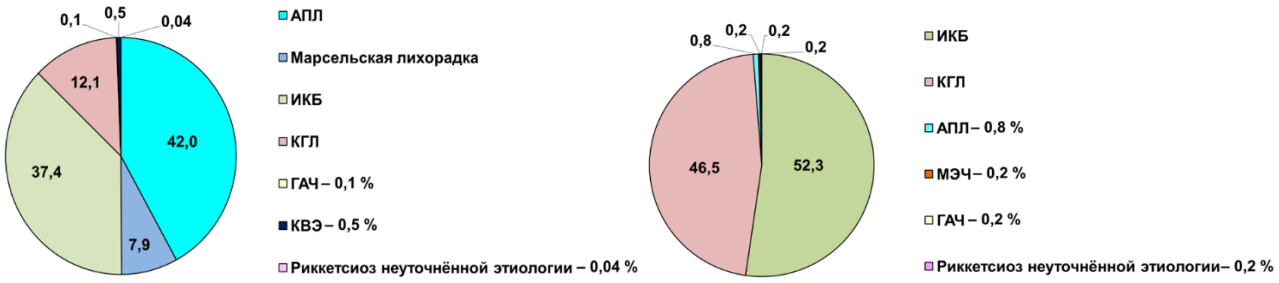
Рисунок 21 – Динамика обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей на юге России с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$)

Наиболее высокие показатели обращений в ЛПО по поводу присасывания клещей (как на юге России в целом, так и в ЮФО) отмечались в Астраханской области (243,6 ± 25,8 $^{0}/_{0000}$). В СКФО лидирующую позицию (и второе место в южном регионе) занимал Ставропольский край – 216,9 ± 20,8 $^{0}/_{0000}$. Данные представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели обращаемости населения субъектов ЮФО и СКФО в ЛПО по поводу присасывания клещей с 2014 по 2023 г. (в $^{0}/_{0000}$)

№ п/п	Наименование субъекта	Годы										Средний показатель
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1.	Астраханская область	174,0	311,6	331,2	244,5	326,5	362,4	179,7	192,3	156,5	157,3	243,6 ± 25,8
2.	Волгоградская область	57,0	103,9	135,6	121,1	140,4	95,8	35,1	49,8	60,8	104,6	90,4 ± 11,8
3.	Краснодарский край	27,3	43,2	75,1	91,8	87,6	86,7	41,9	54,2	51,5	61,8	62,1 ± 7,0
4.	Республика Крым	86,9	194,5	186,5	183,3	149,3	146,1	104,9	103,6	98,3	76,9	133,0 ± 14,0
5.	Республика Адыгея	111,3	246,1	250,3	240,5	232,8	177,8	127,1	118,3	91,6	105,0	170,1 ± 21,0
6.	Республика Калмыкия	122,7	239,9	371,5	256,0	270,2	297,2	132,5	180,2	128,3	170,5	216,9 ± 26,4
7.	Ростовская область	140,5	253,0	225,8	195,0	170,3	170,6	90,5	124,7	107,1	162,8	164,0 ± 16,2
8.	Севастополь	18,5	75,6	56,9	46,9	35,3	49,7	33,4	37,4	36,5	43,9	43,4 ± 4,9
Итого по ЮФО		**81,4**	**152,2**	**162,5**	**149,1**	**144,9**	**138,7**	**72,8**	**89,2**	**80,9**	**103,0**	**117,5 ± 11,1**
1.	КБР	75,4	110,2	109,4	138,8	126,4	119,6	85,5	80,0	91,4	96,5	103,3 ± 6,6
2.	КЧР	57,9	111,5	121,4	112,9	114,3	100,8	62,0	63,8	29,2	68,5	84,2 ± 10,0
3.	Республика Дагестан	14,0	18,8	20,7	18,8	26,2	36,9	13,8	21,4	33,0	34,5	23,8 ± 2,7
4.	РСО-А	53,1	61,7	53,4	50,7	67,0	59,5	31,3	32,7	35,1	29,5	47,4 ± 4,4
5.	Ставропольский край	226,5	320,2	301,3	248,7	238,2	234,0	146,3	166,1	121,3	166,6	216,9 ± 20,8
6.	Чечня	16,4	4,9	18,0	12,5	17,1	18,0	0,8	4,2	7,5	20,5	12,0 ± 2,2
7.	Ингушетия	101,1	102,8	125,7	86,9	78,7	76,2	35,9	65,5	63,0	80,1	81,6 ± 7,8
Итого по СКФО		**90,9**	**123,5**	**122,1**	**104,3**	**104,4**	**104,4**	**60,5**	**69,5**	**60,1**	**78,8**	**91,9 ± 7,5**

Проявления эпидемического процесса на юге России отмечались по восьми нозологическим формам КИ, три из которых – АПЛ, КГЛ и марсельская лихорадка эндемичны только для данного региона и не регистрируются в других федеральных округах нашей страны. Структура заболеваемости для ЮФО и СКФО, а также для каждого субъекта южного региона в целом представлена на рисунках 22-23.



а **б**

Рисунок 22 – Нозологическая структура КИ в ЮФО (а) и СКФО (б) с 2014 по 2023 г. (%)



Рисунок 23 – Нозологический профиль КИ субъектов юга России (число выявленных больных) в 2014–2023 гг.

Так, в течение исследуемого периода на юге России было выявлено 1877 случаев заболевания АПЛ (0,7 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$), летальность составила 0,6 %. Среднемноголетний уровень заболеваемости превысил аналогичный общероссийский показатель (0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) в семь раз. Однако динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса в регионе характеризовалась тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -0,117x + 1,353 ($R^2 = 0,693$). Так, в 2023 г. по сравнению с 2014 г. показатель заболеваемости уменьшился на 63,6 % ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,106 и -0,078 соответственно), самые низкие значения отмечались в 2020 г. – 0,1± 0,02 $^{0}/_{0000}$. В 2023 г. уровень проявлений эпидемического процесса (0,4 ± 0,04 $^{0}/_{0000}$) был ниже среднего значения допандемийного периода 2014–2019 гг. (1,0 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) на 60 %, но превысил

аналогичный показатель предыдущих трёх лет (0,2 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) на 50 %. Данные представлены на рисунке 24.

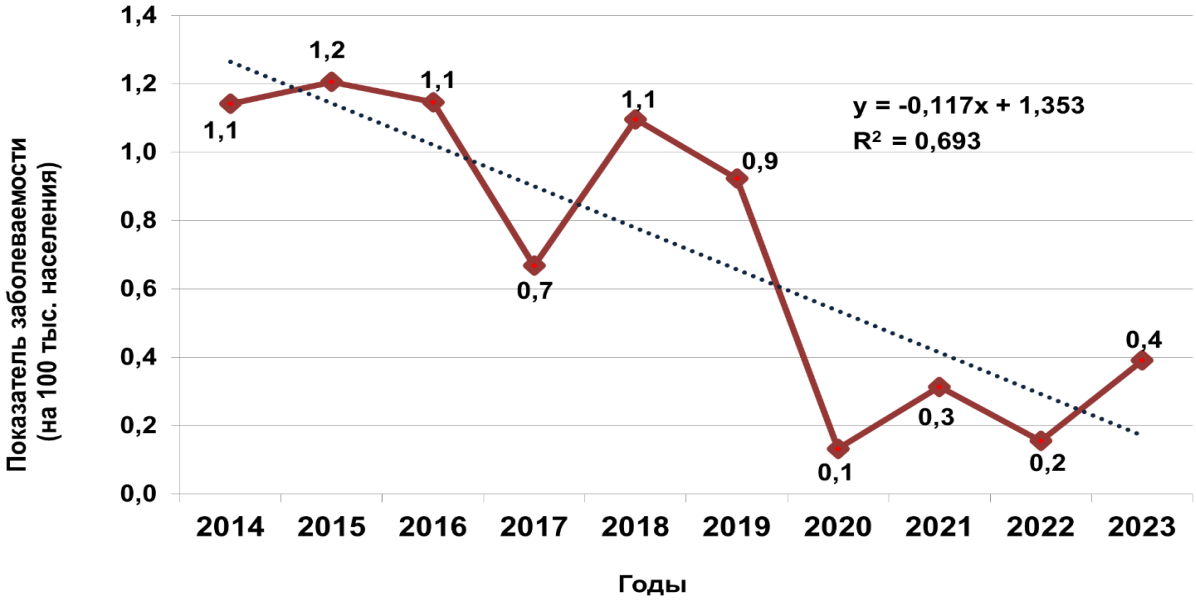


Рисунок 24 – Динамика заболеваемости АПЛ на юге России с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$)

Большинство больных АПЛ на юге России (98,2 %) было зарегистрировано в Астраханской области (18,2 ± 3,5 $^{0}/_{0000}$), что в 182 раза превышает показатель заболеваемости по стране в целом. Кроме того, спорадические проявления эпидемического процесса этой КИ в ЮФО также отмечались в Республике Калмыкия, в СКФО – на территории Республики Дагестан (Таблица 9).

Таблица 9 – Показатели заболеваемости АПЛ в субъектах ЮФО и СКФО с 2014 по 2023 г. (в $^{0}/_{0000}$)

№ п/п	Наименование субъекта	Годы										Средний показатель
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1.	Астраханская область	28,5	30,5	28,8	16,7	27,7	23,7	3,4	8,2	4,1	10,5	18,2 ± 3,4
2.	Республика Калмыкия	1,8	1,1	2,1	1,8	2,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0 ± 0,3
Итого по ЮФО		**1,8**	**1,9**	**1,8**	**1,1**	**1,8**	**1,5**	**0,2**	**0,5**	**0,3**	**0,6**	**1,1 ± 0,2**
1.	Республика Дагестан	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0,12	0,02 ± 0,01
Итого по СКФО		**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,01**	**0,00**	**0,00**	**0,04**	**0,01 ± 0,004**

Инфекционный процесс у большинства больных АПЛ характеризовался среднетяжелым течением. Лишь у небольшой доли пациентов (3,5 и 5,5 % соответственно) отмечались лёгкие или тяжёлые формы этой КИ.

С 2014 по 2023 г. на юге России также были выявлены 352 больных (0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) марсельской лихорадкой[12]. Все случаи отмечались на эндемичной территории региона – в субъектах Крымского полуострова (Республике Крым и г. Севастополе). Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса марсельской лихорадки в целом была невыраженной, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = 0,002x + 0,127 (R^2 = 0,020), для $T_{ср}$ прироста и среднего абсолютного прироста были получены нулевые значения. Данные представлены на рисунке 25 и в таблице 10.

У большинства больных отмечалось среднетяжёлое течение марсельской лихорадки, лёгкие и тяжёлые случаи заболевания составили 1,4 и 5,1 % соответственно. Были зарегистрированы два летальных исхода – в 2021 г. в Республике Крым (микст-инфекция с геморрагической лихорадкой с почечным синдромом) и в 2022 г. в г. Севастополе.

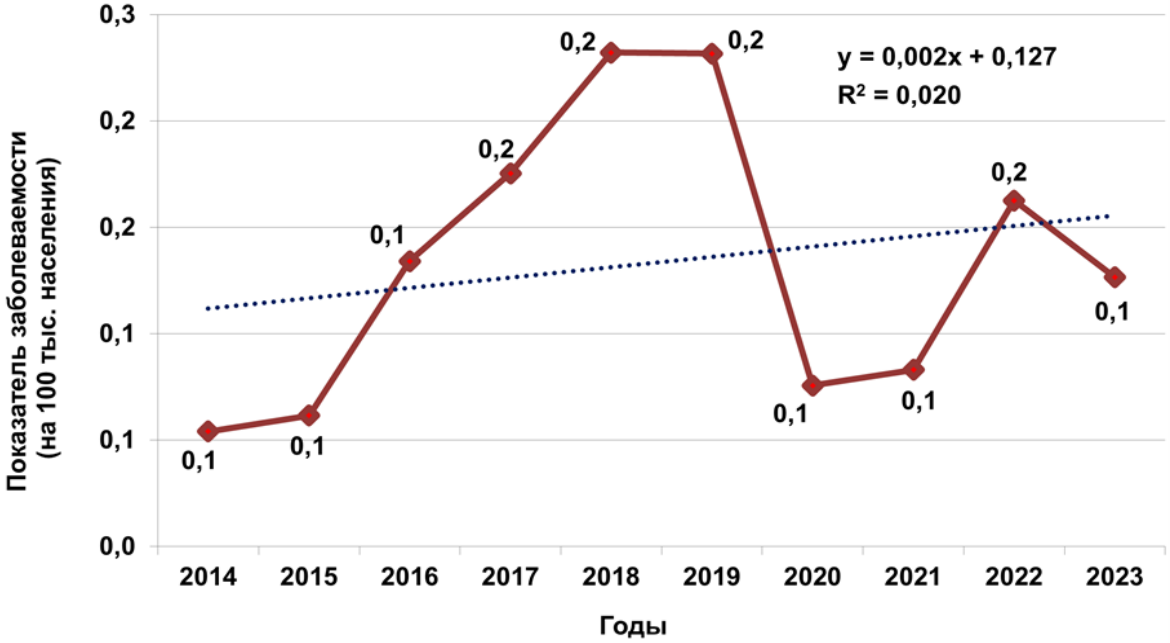


Рисунок 25 – Динамика заболеваемости марсельской лихорадкой на юге Российской Федерации в 2014–2023 гг. ($^{0}/_{0000}$)

[12] В форме № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» марсельская лихорадка как отдельная нозологическая форма не регистрируется, входит в раздел «Риккетсиозы»

Таблица 10 – Показатели заболеваемости марсельской лихорадкой в субъектах ЮФО с 2014 по 2023 г. (в $^{0}/_{0000}$)

№ п/п	Наименование субъекта	Годы										Средний показатель
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1.	Республика Крым	0,5	0,6	1,7	1,9	2,7	2,8	1,0	0,8	1,3	1,2	1,4 ± 0,3
2.	Севастополь	1,3	1,8	0,8	2,5	2,4	1,6	0,2	1,6	4,0	2,0	1,8 ± 0,3
Итого по ЮФО		0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2 ± 0,03

Кроме того, с 2014 по 2023 г. на юге России было выявлено три случая (из них два местных) заболевания риккетсиозами неопределённой этиологии. В 2017 г. двое больных были зарегистрированы в Краснодарском крае, при этом один из них заразился во время поездки в г. Омск. Третий заболевший был выявлен в Ставропольском крае в 2022 г.

Проявления эпидемического процесса ИКБ в течение исследуемого периода отмечались во всех субъектах региона, кроме Республики Калмыкия и КБР. Всего было выявлено 2006 больных (0,8 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$, что ниже аналогичного показателя по стране в целом (4,5 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$) на 82,2 %). Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса на юге России характеризовалась некоторой тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду $y = -0{,}005\ x + 0{,}78$ ($R^2 = 0{,}002$), $T_{ср}$ прироста и средний абсолютный прирост составили 0,080 и 0,056 соответственно. Самые низкие значения заболеваемости ИКБ отмечались в период пандемии COVID-19 в 2020–2021 гг. (средняя величина 0,3 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$). Однако в 2023 г. этот показатель (1,0 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) превысил среднюю величину допандемийного периода 2014–2019 гг. (0,9 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) на 11,1 %. Динамика заболеваемости ИКБ представлена на рисунке 26.

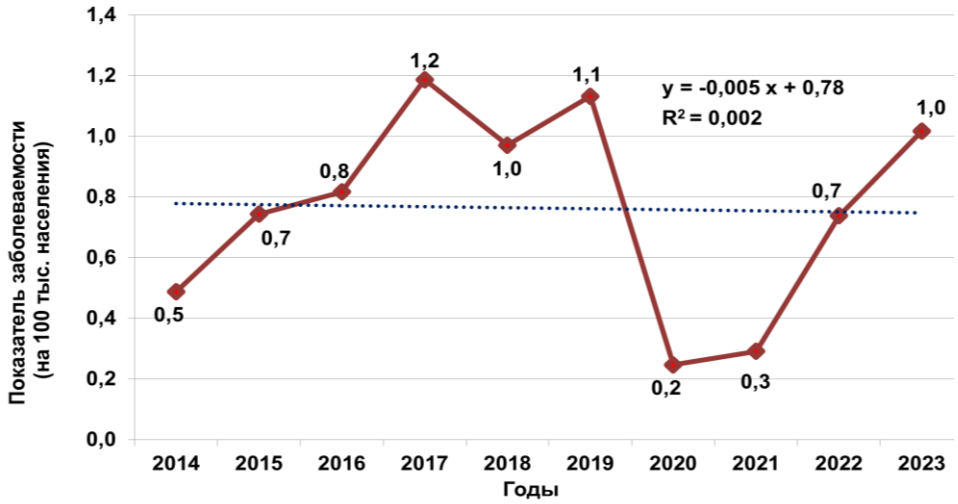


Рисунок 26 – Динамика заболеваемости ИКБ на юге России с 2014 по 2023 г. ($^0/_{0000}$)

Большинство больных ИКБ (83,1 %) было зарегистрировано в ЮФО (1,0 ± 0,1 $^0/_{0000}$), среди субъектов которого самыми высокими показателями заболеваемости характеризовалась Республика Крым (2,3 ± 0,3 $^0/_{0000}$). В СКФО (0,4 ± 0,06 $^0/_{0000}$), за исключением Ставропольского края, на территории которого больные регистрировались ежегодно (1,1 ± 0,1 $^0/_{0000}$), отмечались преимущественно спорадические случаи ИКБ. Данные представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Показатели заболеваемости ИКБ в субъектах ЮФО и СКФО с 2014 по 2023 г. (в $^0/_{0000}$)

№ п/п	Наименование субъекта	Годы										Средний показатель
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1.	Краснодарский край	1,3	1,9	1,78	2,72	2,02	2,17	0,39	0,55	1,39	2,44	1,7 ± 0,2
2.	Ростовская область	0,02	0,19	0,57	0,8	0,73	0,47	0	0,12	0,36	0,41	0,4 ± 0,1
3.	Волгоградская область	0,08	0,08	0,08	0,16	0,2	0,28	0,04	0,08	0,16	0,45	0,2 ± 0,04
4.	Республика Адыгея	0,67	0,67	0,89	1,11	1,11	1,99	0	0,44	0,86	0	0,8 ± 0,2
5.	Республика Крым	1,16	1,58	2,12	3,73	2,67	3,71	1,83	1,05	2,46	2,5	2,3 ± 0,3
6.	г. Севастополь	0,5	1,8	1,55	3,68	2,6	3,7	0,23	0	0,63	1,61	1,6 ± 0,4
7.	Астраханская область	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,11	0,1 ± 0,04
Итого по ЮФО		**0,62**	**0,94**	**1,23**	**1,7**	**1,31**	**1,48**	**0,36**	**0,36**	**0,95**	**1,37**	**1,0 ± 0,1**
1.	Ставропольский край	0,79	1,43	1,39	1,14	1,25	1,32	0,21	0,57	1,09	1,49	1,1 ± 0,1
2.	Чеченская Республика	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03 ± 0,03
3.	Республика Дагестан	0	0	0,03	0,03	0,1	0,13	0	0	0	0	0,03 ± 0,02
4.	КЧР	0	0	0	0	0,43	0,43	0	0	0	0	0,1 ± 0,1
5.	РСО-Алания	0	0	0	0	0	0,14	0	0,14	0,14	0,29	0,1 ± 0,03
Итого по СКФО		**0,27**	**0,42**	**0,42**	**0,34**	**0,41**	**0,55**	**0,06**	**0,17**	**0,69**	**0,44**	**0,4 ± 0,1**

У большинства больных отмечалось среднетяжёлое течение ИКБ (89,1 %), на долю лёгкого и тяжёлого пришлось 10,8 и 0,1 % соответственно. Выявлено преобладание эритемных форм (76,6 %), в 0,2 % случаев был зарегистрирован нейроборрелиоз. Летальных исходов ИКБ не отмечалось.

Серьёзную угрозу для здоровья населения юга России по-прежнему представляет эндемичная КИ – КГЛ. Всего в течение исследуемого периода было выявлено 840 больных (0,3 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$). Летальность составила 3,8 %. Среднемноголетний уровень заболеваемости превысил аналогичный общероссийский показатель (0,06 ± 0,01 $^{0}/_{0000}$) в пять раз. Динамика заболеваемости КГЛ представлена на рисунке 27.

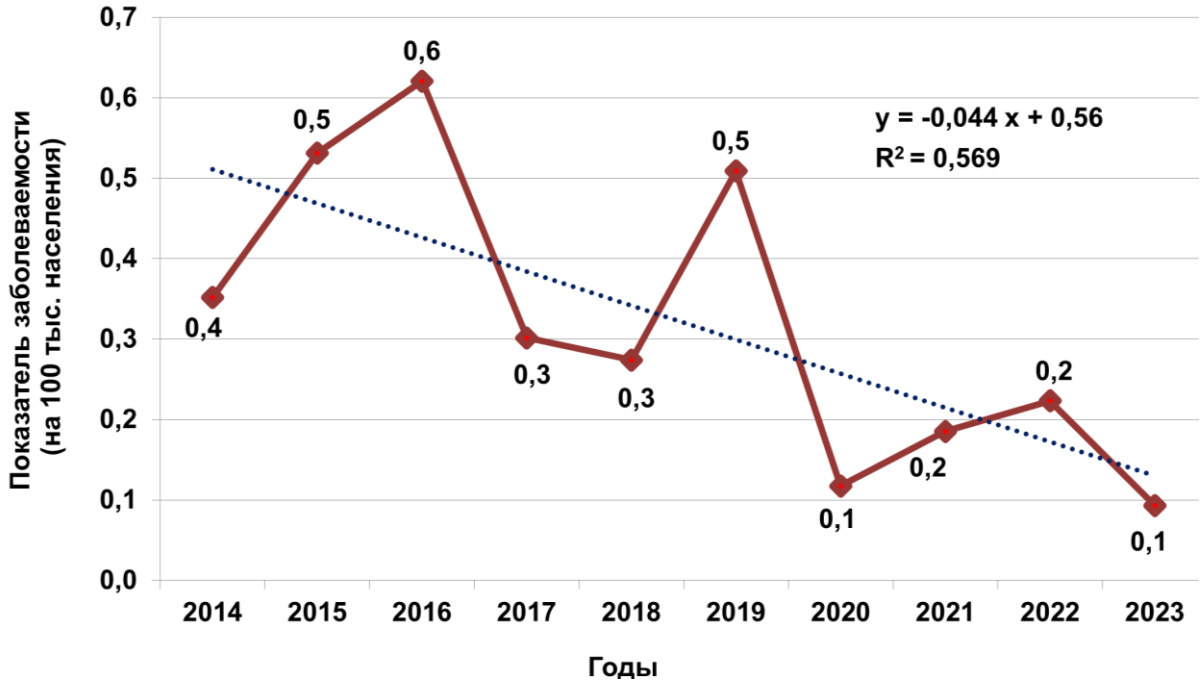


Рисунок 27 – Динамика заболеваемости КГЛ на юге России с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$)

Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса в регионе характеризовалась тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -0,044 x + 0,56 (R^2 = 0,569). Так, в 2023 г. по сравнению с 2014 г. показатель заболеваемости уменьшился на 75 % ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,143 и -0,033 соответственно). Наиболее высокое значение было выявлено в 2016 г. (0,6 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$), самые низкие величины отмечались в 2020 и в 2023 гг. (0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$). Показатели

заболеваемости КГЛ в 2022-2023 гг., в отличие от других КИ, не возросли после стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19 (средние значения сохранились на уровне 2020-2021 гг. 0,2 ± 0,07 $^{0}/_{0000}$), что ниже допандемийного уровня 2014–2019 гг. (0,4 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) в два раза.

В ЮФО (0,3 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$) наиболее высоким значением среднемноголетнего показателя заболеваемости (как и на юге России в целом) характеризовалась Республика Калмыкия (3,4 ± 0,86 $^{0}/_{0000}$), в СКФО (0,3 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$) – Ставропольский край (0,9 ± 0,19 $^{0}/_{0000}$), также занимающий второе место по южному региону. Данные представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели заболеваемости КГЛ в субъектах ЮФО и СКФО с 2014 по 2023 г. (в $^{0}/_{0000}$)

№ п/п	Наименование субъекта	Годы										Средний показатель
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1.	Республика Калмыкия	0,7	3,18	8,89	5,01	5,03	5,78	1,46	1,84	1,11	0,76	3,4 ± 0,9
2.	Ростовская область	1,28	1,86	1,34	0,9	0,64	1,14	0,38	0,38	0,57	0,14	0,9 ± 0,2
3.	Волгоградская область	0,23	0,12	0,55	0,16	0,35	0,28	0	0,04	0,08	0	0,2 ± 0,1
4.	Астраханская область	0	0,1	0,49	0,2	0,59	1,18	0,2	0	0,2	0,2	0,3 ± 0,1
5.	Республика Крым	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,01 ± 0,01
Итого по ЮФО		**0,38**	**0,56**	**0,62**	**0,36**	**0,34**	**0,51**	**0,13**	**0,13**	**0,19**	**0,06**	**0,3 ± 0,1**
1.	Ставропольский край	0,98	1,54	2,15	0,68	0,54	1,36	0,29	0,68	0,57	0,35	0,9 ± 0,2
2.	Республика Дагестан	0,07	0,07	0	0,03	0,03	0,43	0,03	0,23	0,38	0,16	0,1 ± 0,05
3.	КЧР	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02 ± 0,02
4.	КБР	0	0	0,12	0	0	0	0	0,12	0	0	0,02 ± 0,02
Итого по СКФО		**0,3**	**0,48**	**0,63**	**0,21**	**0,16**	**0,52**	**0,09**	**0,27**	**0,28**	**0,15**	**0,3 ± 0,1**

Однако, несмотря на снижение заболеваемости КГЛ, тенденции к уменьшению летальности не отмечается, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду $y = 0,76x + 0,3$ ($R^2 = 0,616$). Летальные исходы КГЛ в регионе регистрировались ежегодно. Наиболее высокие значения этого показателя отмечались в течение трёх последних лет: 6,1 % – в 2021 г., 10,2 % – в 2022 г. (максимальное значение за исследуемый период), 7,7 % – в 2023 г. Данные представлены на рисунке 28.

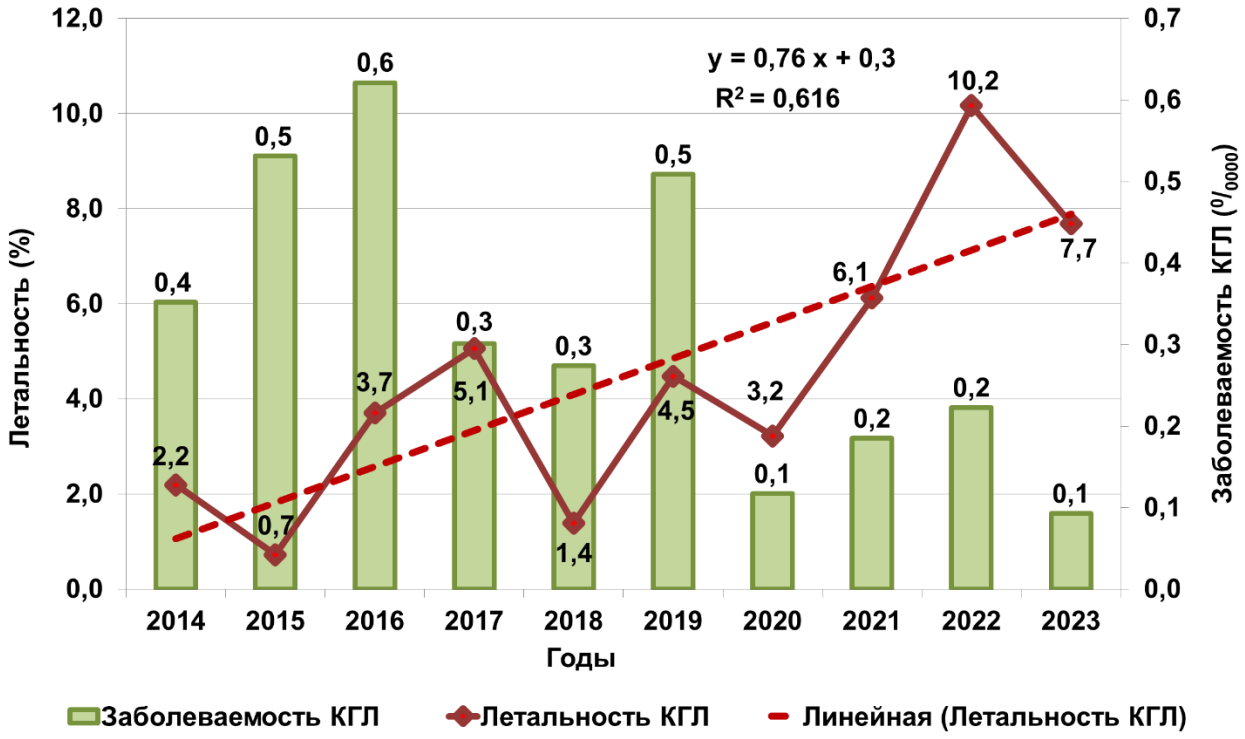


Рисунок 28 – Динамика летальности (%) и заболеваемости ($^0/_{0000}$) КГЛ на юге России с 2014 по 2023 г.

Самым высокой летальностью от этой КИ в ЮФО характеризовалась Астраханская область (6,3 %), в СКФО – Республика Дагестан (6,8 %). Вместе с тем в большинстве случаев летальные исходы являлись следствием позднего начала специфической медикаментозной терапии из-за несвоевременного выявления больных, связанного как с недостаточной настороженностью медицинских работников первичного звена здравоохранения, так и поздним обращением самих заболевших в ЛПО. Так, за период 2014–2023 гг. на юге России с провизорной целью были госпитализированы 3973 человека. При этом динамика провизорных госпитализаций характеризуется тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = - 47,182 x + 656,8 (R^2 = 0,599). В 2023 г. по сравнению с 2014 г. значение показателя уменьшилось на 45,9 % ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,066 и -25,22 соответственно). Наибольшее количество провизорных госпитализаций отмечалось в 2015–2016 гг., также характеризующихся наибольшим числом выявленных больных КГЛ. Выраженное снижение числа лиц, госпитализированных по провизорным показаниям, наблюдалось в период

пандемии новой коронавирусной инфекции 2020-2021 гг. (107 и 174 соответственно). Причины спада уровня провизорных госпитализаций в период пандемии COVID-19 могли быть обусловлены (согласно официальным данным учетно-отчётной государственной документации), теми же объективными причинами (перепрофилированием многих ЛПО и перераспределением объёмов оказания стационарной и амбулаторной медицинской помощи в пользу пациентов с новой коронавирусной инфекцией), которые были рассмотрены ранее в разделе 1.1 Главы 1 при проведении анализа эпидемиологической ситуации по КВЭ и ИКБ в Российской Федерации [256, 257]. Однако, значения этого показателя после стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19 (в 2022-2023 гг.) по-прежнему были значительно ниже допандемийного уровня 2014–2019 гг. (521,3 ± 42,1) на 43,2 и 48,6 % соответственно. Данные представлены на рисунке 29.

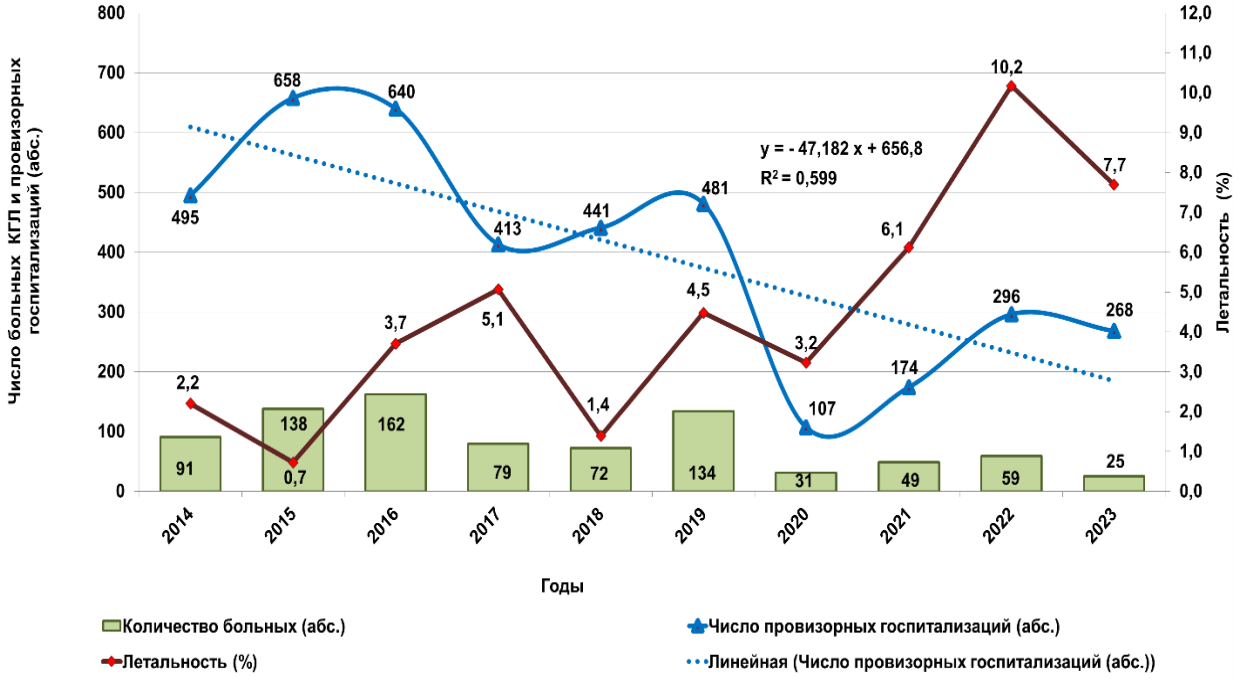
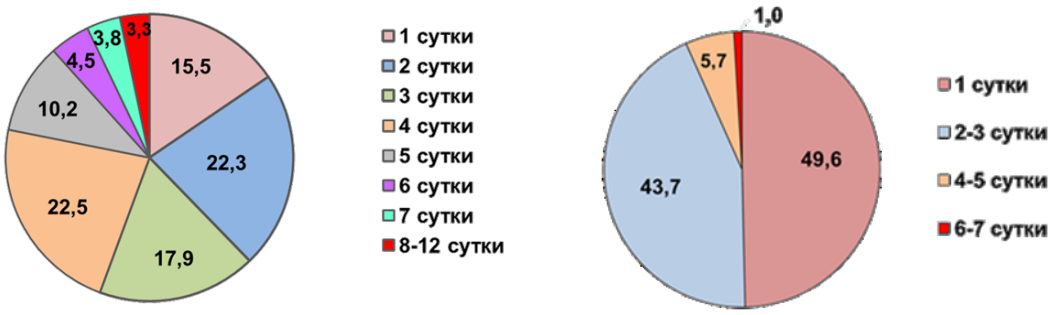


Рисунок 29 – Динамика заболеваемости КГЛ, летальности и провизорных госпитализаций на юге России с 2014 по 2023 г.

Кроме того, выявлено, что 44,4 % пациентов обратились за медицинской помощью с опозданием (более, чем через три дня после начала заболевания). Данные представлены на рисунке 30.



а **б**

Рисунок 30 – Сроки обращения за медицинской помощью (сутки) после начала заболевания (а) и изменения неверных предварительных диагнозов (сутки после госпитализации) (б) у больных КГЛ на юге России с 2014 по 2023 г. (%)

Результаты анализа свидетельствуют, что лишь 39,2 % заболевших были экстренно госпитализированы с диагнозом «КГЛ?». Почти половина заболевших (52,7 %) после первичного обращения за медицинской помощью в течение нескольких дней получали амбулаторное лечение по поводу «ОРВИ», после чего с этим же ошибочным диагнозом поступали на стационарное лечение. При этом лишь треть из них (32,5 %) имели примечание в диагнозе о присасывании клещей (токсико-аллергической реакции на укус клеща). В 1,3 % случаев заболевшие КГЛ были направлены в хирургические отделения с подозрением на острую патологию брюшной полости. Данные представлены на рисунке 31.

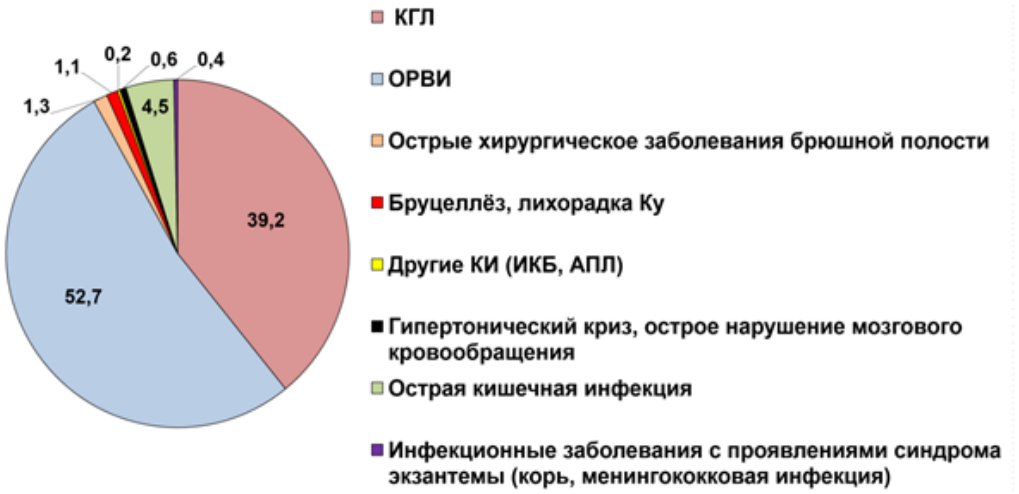


Рисунок 31 – Предварительные диагнозы у больных КГЛ на юге России с 2014 по 2023 г. (%)

При этом, в течение первых суток только у 49,6 % больных неверный предварительный диагноз был изменён, и, соответственно, своевременно выполнены необходимые лабораторно-диагностические исследования и начато проведение специфической терапии (рисунок 30).

Проявления эпидемического процесса СКТ (в том числе завозные) в течение исследуемого периода на юге России не отмечались.

Кроме того, с 2014 по 2023 г. в регионе было зарегистрировано 22 больных КВЭ. Однако местные случаи (три – в 2015 г. и один – в 2017 г.) были выявлены только на территории Крымского полуострова, эндемичного по этой нозологической форме КИ. Остальные 81,8 % носили завозной характер, больные указывали на присасывание клещей по месту жительства в других регионах России. Был зарегистрирован один летальный исход в Республике Крым (в 2018 г., завозной случай из Свердловской области).

Также на юге России было выявлено четыре больных ГАЧ (один в Ставропольском крае в 2015 г., три – в Краснодарском крае в 2022-2023 гг.) и один МЭЧ (в Ставропольском крае – в 2015 г.).

Таким образом, в отличие от общероссийской структуры (где ведущее место по общему числу выявленных больных занимает ИКБ) в ЮФО лидирует АПЛ (42 %), в СКФО – ИКБ (52,3 %) и КГЛ (46,5 %). Заболеваемость КВЭ, напротив, характеризуется единичными проявлениями эпидемического процесса, местные случаи регистрируются только на эндемичной территории Крымского полуострова.

Несмотря на преобладание на юге России (согласно статистическим данным) городских жителей над сельскими, частота вовлечения в эпидемический процесс КИ сельского населения была выше, чем городского – 62,2 %. В ЮФО доля сельских жителей составила 62 %, в СКФО – 63,5 %.

Случаи заболевания КИ отмечались среди лиц всех возрастных групп с преобладанием трудоспособного возраста от 20 до 59 лет – 61,8 %. Дети до 14 лет составили 12,6 %, из них раннего возраста (до 3 лет) – 15,2 % (рисунок 32). Было зарегистрировано шесть случаев заболевания детского населения грудного

возраста (до 1 года) – два АПЛ, три марсельской лихорадкой и один (летальный) – КГЛ.

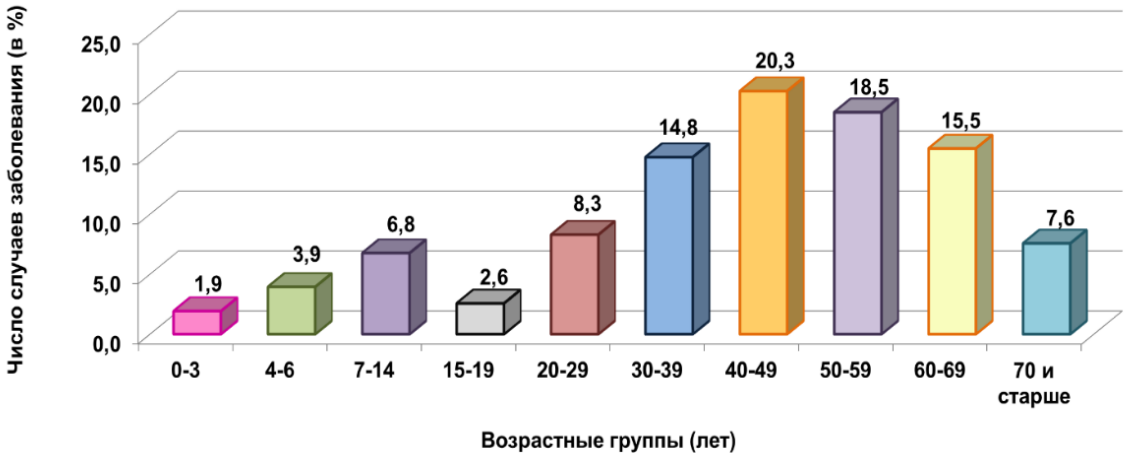


Рисунок 32 – Возрастная структура больных КИ на юге России с 2014 по 2023 г. (%)

Случаи заболевания КИ были выявлены среди контингентов населения, принадлежащих к различным профессиональным группам. Среди взрослого трудоспособного населения выявлено превалирование официально неработающих (27,6 %) и лиц, профессиональная деятельность которых не связана с риском заражения возбудителями КИ (23,5 %). Данные представлены на рисунке 33.

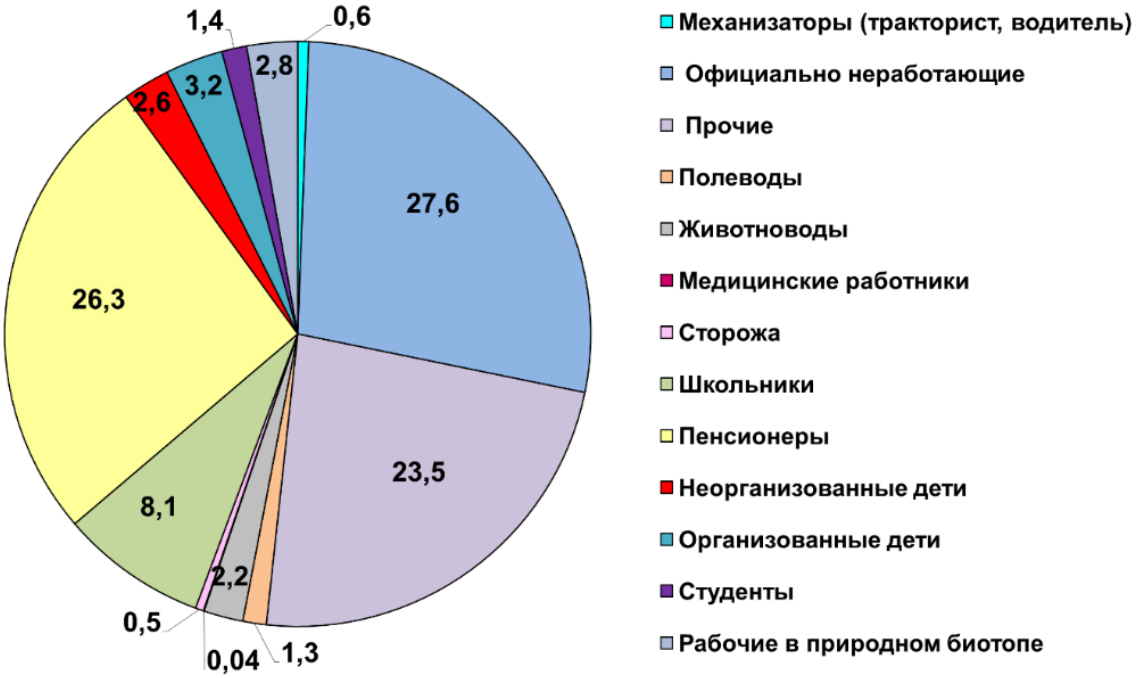


Рисунок 33 – Профессиональный и социальный состав больных КИ на юге России с 2014 по 2023 г. (%)

Инфицирование населения возбудителями КИ происходило преимущественно трансмиссивным механизмом, являющимся основным для инфекционных болезней данной группы. Для КГЛ были выявлены единичные (0,1 %) случаи заражения контактным механизмом от больных. Так, зарегистрированы два случая внутрибольничного инфицирования медицинских работников (в Ставропольском крае – в 2016 г. и в Республике Дагестан – в 2021 г.) в результате биологической аварии при оказании медицинской помощи пациентам с подтверждённым диагнозом «КГЛ». Двое больных (в Ростовской области в 2021-2022 гг.) заразились во время ухода в домашних условиях за заболевшими КГЛ родственниками (до их госпитализации в стационар) при попадании на слизистые оболочки крови, содержащей вирус ККГЛ. В Республике Калмыкия в 2016 г. зарегистрирован летальный случай интранатального/внутриутробного инфицирования новорождённого ребёнка от матери, заболевшей КГЛ на позднем сроке беременности.

Всего в течение исследуемого периода было зарегистрировано 46 летальных исходов КИ, наибольшее их число было обусловлено КГЛ – 69,6 % (рисунок 34).

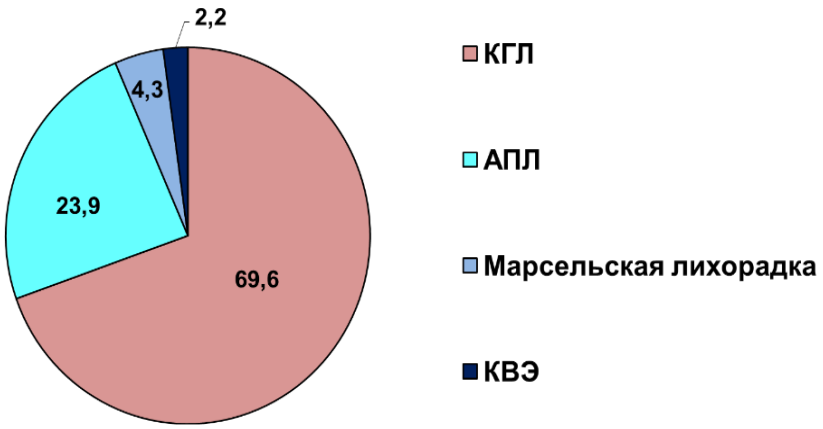


Рисунок 34 – Структура летальных исходов КИ на юге России с 2014 по 2023 г. (%)

Таким образом, нозологическая структура КИ на юге России в 2014 –2023 г. была представлена восемью нозологическими формами, а динамика заболеваемости характеризовалась тенденцией к снижению. Наибольшую проблему для здоровья населения региона представляют эндемичные КИ – АПЛ и КГЛ.

3.2. Анализ заболеваемости трансмиссивными инфекциями, переносчиками возбудителей которых являются кровососущие комары

Нозологическая структура инфекционных болезней на юге России представлена ЛЗН и завозными случаями лихорадки денге.

В течение исследуемого периода на юге России было выявлено 653 больных ЛЗН. Значения среднемноголетнего уровня заболеваемости в регионе были невысокими (0,23 ± 0,12 $^{0}/_{0000}$), но превышали аналогичный общероссийский показатель (0,06 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) в 3,8 раза. Интенсивность проявлений эпидемического процесса ЛЗН на юге России характеризовалась некоторой тенденцией к росту, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду $y = 0{,}033\ x + 0{,}067$ ($R^2 = 0{,}066$), $T_{ср}$ прироста и средний абсолютный прирост составили 0,349 и 0,061 соответственно, но также отличалась неравномерностью. Вспышка ЛЗН была выявлена в 2019 г. (1,22 ± 0,07 $^{0}/_{0000}$), показатели заболеваемости были выше средних величин для юга России в 4,9 раза и страны в целом в 20,3 раза. Самые низкие значения отмечались в 2017 г. (0,01 ± 0,01 $^{0}/_{0000}$). Динамика заболеваемости ЛЗН на юге России представлена на рисунке 35.

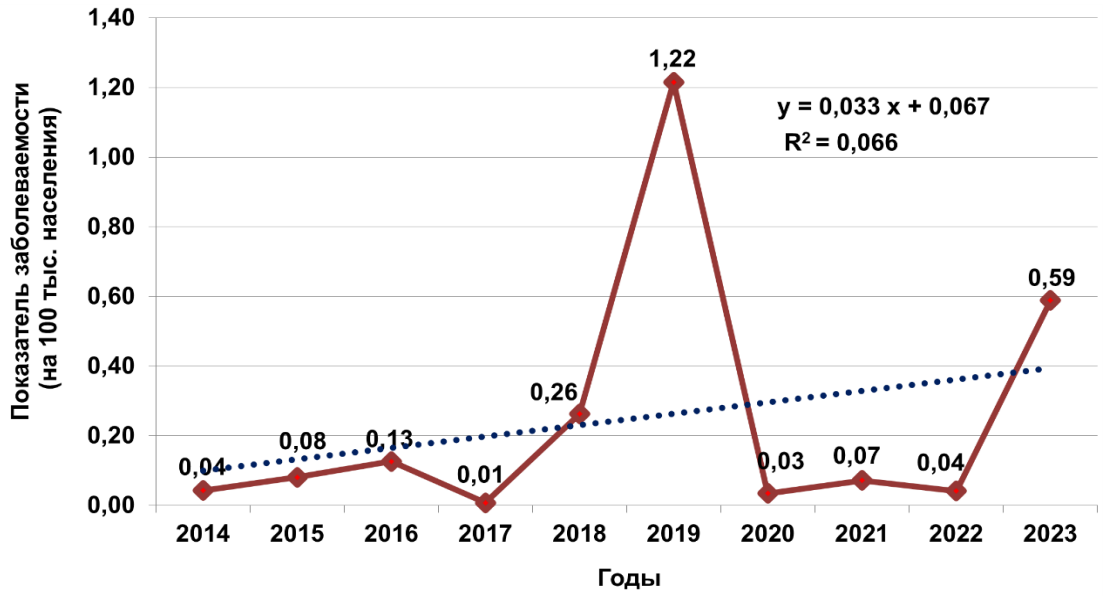


Рисунок 35 – Динамика заболеваемости ЛЗН на юге России с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$)

Большинство больных (96,9 %) были выявлены в ЮФО (0,4 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$), с наиболее высокой интенсивностью проявлений эпидемического процесса в

Астраханской области (1,5 ± 0,8 $^{0}/_{0000}$). В СКФО регистрировалась спорадическая заболеваемость (0,02 ± 0,01 $^{0}/_{0000}$). Данные представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Показатели заболеваемости ЛЗН в субъектах ЮФО и СКФО с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$)

№ п/п	Наименование субъекта	Годы										Средний показатель
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1.	Астраханская область	0,49	1,48	2,36	0,1	0,88	7,96	0,79	0	0,1	0,74	1,5 ± 0,8
2.	Ростовская область	0,02	0,12	0,05	0,02	0,59	2,2	0	0,05	0,05	0,79	0,4 ± 0,2
3.	Краснодарский край	0	0,02	0,02	0	0,05	2,15	0,02	0,02	0,02	1,6	0,4 ± 0,3
4.	Волгоградская область	0,19	0	0,23	0	1,1	0,47	0	0,52	0,04	0,73	0,3 ± 0,1
5.	Республика Крым	0	0	0	0	0,05	0,47	0	0,05	0,1	0	0,1 ± 0,05
6.	г. Севастополь	0	0	0	0	0	0,23	0	0	0	0	0,02 ± 0,02
	Итого по ЮФО	**0,07**	**0,13**	**0,2**	**0,01**	**0,4**	**1,92**	**0,05**	**0,1**	**0,04**	**0,91**	**0,4 ± 0,2**
1.	Ставропольский край	0	0	0	0	0,07	0,14	0	0	0,11	0,1	0,04 ± 0,02
2.	Республика Дагестан	0	0	0	0	0,03	0	0	0,06	0,03	0	0,01 ± 0,01
3.	Чеченская Республика	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,01 ± 0,01
4.	Республика Ингушетия	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,39	0,04 ± 0,04
5.	КБР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,01 ± 0,01
	Итого по СКФО	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,03**	**0,04**	**0**	**0,02**	**0,04**	**0,07**	**0,02 ± 0,0**

В эпидемический процесс были вовлечены лица всех возрастных групп, взрослые от 20 до 59 лет составили 57,4 % (рисунок 36).

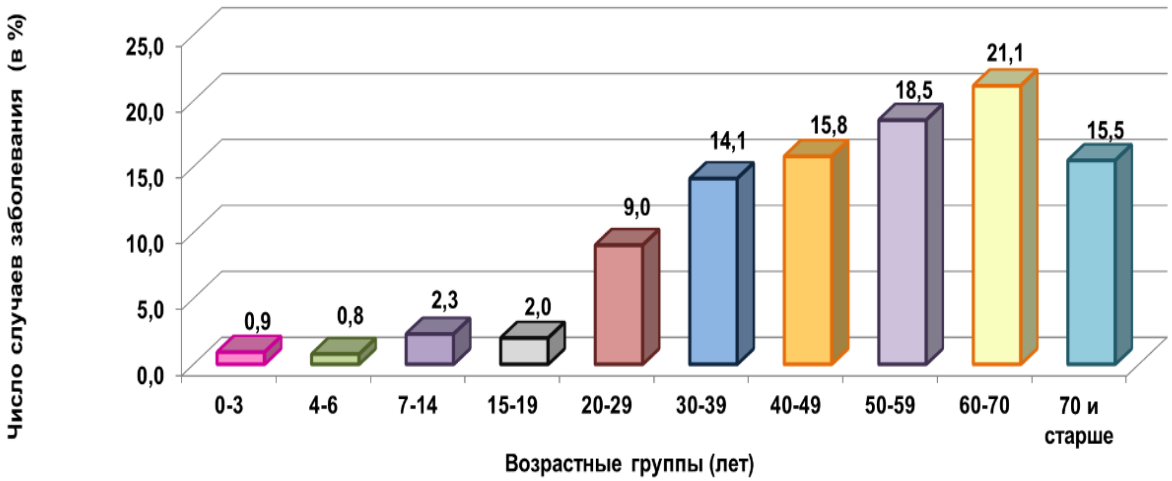


Рисунок 36 – Возрастная структура больных ЛЗН на юге России с 2014 по 2023 г. (%)

На долю детского населения до 14 лет пришлось 4,0 % (из них раннего возраста до 3-х лет – 23,1 %). В эпидемический процесс также были вовлечены дети грудного возраста – диагноз был установлен у восьмимесячной девочки (в 2019 г.) и 11-месячного мальчика (2022 г.) в Краснодарском крае.

Среди заболевших ЛЗН преобладали городские жители – 71,2 %. Болели представители различных профессий и социального статуса, но несколько превалировали лица, трудовая деятельность которых не связана с риском заражения возбудителем ЛЗН (34,0 %), а также официально неработающие и пенсионеры – 25,9 и 31,9 % соответственно (рисунок 37). Почти все заболевшие указывали на укусы комаров в анамнезе (как во время отдыха на территории природных биотопов, так и во дворах одноэтажных или многоквартирных домов по месту проживания).

У большинства больных на юге России отмечалось среднетяжёлое течение ЛЗН, на долю лёгкого и тяжёлого пришлось 3,8 и 11,9 % соответственно. Кроме того, в 0,3 % случаев было выявлено бессимптомное течение. Чаще регистрировались гриппоподобные формы – 76,1 %. Летальность составила 3,7 %.

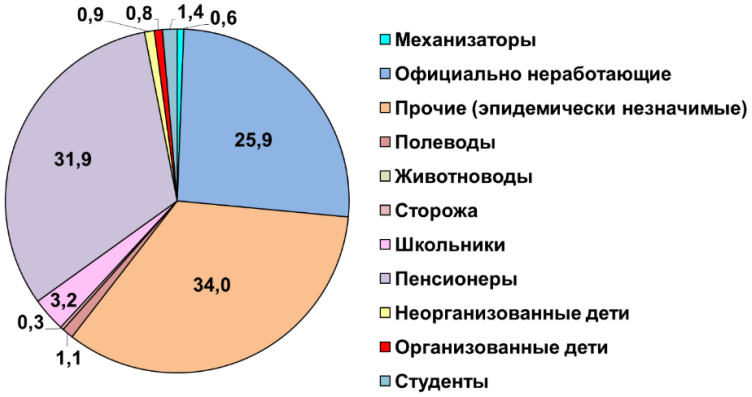


Рисунок 37 – Профессиональный и социальный состав больных ЛЗН на юге России в 2014–2023 гг. (%)

Таким образом, современная эпидемиологическая ситуация по ЛЗН на юге России характеризуется относительно невысоким уровнем заболеваемости населения с возникновением периодических подъёмов (в 2018-2019 гг. и 2023 г.).

Также в регионе ежегодно регистрировались завозные случаи заболевания лихорадкой денге – арбовирусной трансмиссивной инфекцией, которая может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения [187, 210, 459]. При этом настороженность вызывает возможность появления таких больных в субъектах Черноморского побережья юга России, расположенных на территории ареала

специфических переносчиков вируса денге – комаров *Ae. albopictus*, что в сочетании с наличием благоприятных для репликации арбовирусов абиотических факторов создаёт риск аутохтонного инфицирования населения с возникновением местных случаев заболевания. Так, согласно литературным данным, климатические условия городских округов Сочи, Анапы и Туапсе аналогичны климату районов зарубежных стран (Хорватии, Португалии, Италии, Испании и Франции), где были выявлены и официально подтверждены аутохтонные случаи лихорадки денге, чикунгунья и Зика [32, 251–253, 259, 265, 282, 288].

Всего в течение исследуемого периода на юге России было выявлено 34 завозных случая лихорадки денге (рисунок 38). Среди заболевших превалировали взрослые трудоспособные лица (76,5 % из них – от 20 до 39 лет). Было выявлено двое заболевших детей до 14 лет в 2020 г. – в Волгоградской области и Краснодарском крае.



Рисунок 38 – Выявление завозных случаев лихорадки денге в субъектах юга России с 2014 по 2023 г.

Случаи этой трансмиссивной ПОИ отмечались преимущественно среди российских туристов, выезжающих на отдых. Связи заражения вирусом денге с профессиональной деятельностью выявлено не было. Иностранные студенты Российских ВУЗов, заражение которых произошло во время их поездок домой на каникулы, составили 11,8 %.

Инфицирование заболевших в большинстве случаев происходило во время их пребывания в Таиланде (55,9 %). Также отмечались завозные случаи из Индии, Республики Куба и других стран Африки и Юго-Восточной Азии, эндемичной по этой инфекции (рисунок 39).

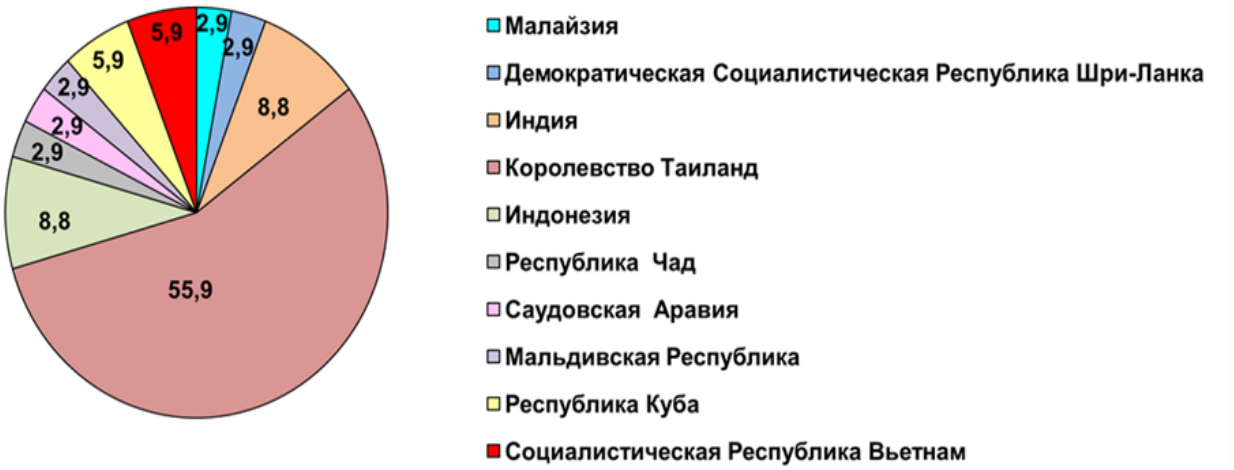


Рисунок 39 – Страны, на территории которых происходило заражение вирусом денге жителей юга России в 2014–2023 гг. (%)

У заболевших преимущественно (94,1 %) отмечались среднетяжёлые формы лихорадки денге. Однако, были зарегистрированы два случая с тяжёлым течением инфекционного процесса – в Краснодарском крае и в г. Севастополе (в 2018 и 2021 гг. соответственно).

Следует отметить, что девять больных этой ПОИ были зарегистрированы на территории ареала *Ae. albopictus* (из них восемь – в Краснодарском крае и один – в г. Севастополе). Однако данные случаи лихорадки денге были выявлены в холодные сезоны года (вне периода активной жизнедеятельности комаров-переносчиков её возбудителя), в связи с чем не представляли риск аутохтонного инфицирования населения.

Однако территория Черноморского побережья юга России характеризуется наличием ряда социальных эпидемиологических рисков появления завозных случаев лихорадки денге с последующей возможной опасностью местного инфицирования возбудителем этой ПОИ в тёплый период. Первым из них является активная миграция из стран Юго-Восточной Азии и Африки, характеризующихся

высокой интенсивностью проявлений эпидемического процесса тропических арбовирусных ПОИ [1, 52, 103, 106, 223]. Данные Росстата свидетельствуют, что Краснодарский край по миграционному приросту с 2013 г. находится на первом месте в ЮФО и втором по стране в целом (уступая лишь Московской области). В структуре международной миграции миграционный поток из дальнего зарубежья в 2022 г. составил 6,8 %, в 2023 г. увеличился до 9,1 % (рисунок 40).



Рисунок 40 – Структура международной миграции в Краснодарском крае с 2014 по 2023 г. (%)

В целом, несмотря на некоторую тенденцию к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -177,194 x + 3484,267 (R^2 = 0,879), и значениями $T_{ср}$ убыли (-0,062) и средней абсолютной убыли (-160,89) число ежегодно прибывающих мигрантов остаётся на высоком уровне. Иностранные граждане из эндемичных по лихорадке денге зарубежных государств ежегодно приезжают в Краснодарский край для трудоустройства (в том числе сезонного в сфере обслуживания и торговли в городах-курортах). Данные представлены на рисунке 41.

Постоянный риск прибытия больного опасной тропической арбовирусной инфекцией также связан с наличием в пределах ареала *Ae. albopictus* на Черноморском побережье юга России международных аэропортов – в г. Сочи

(действующий), а также в г. Анапе и г. Симферополе (с 2022 г. временно не функционируют).

Международные морские порты Краснодарского края (Сочинский, Анапский, Туапсинский и Новороссийский) и Крымского полуострова (Ялтинский, Феодосийский, Севастопольский) обусловливают возможность появления не только завозных случаев заболеваний, но и непосредственно инфицированных особей комаров рода *Aedes* (в покрышках судов) из эндемичных стран.

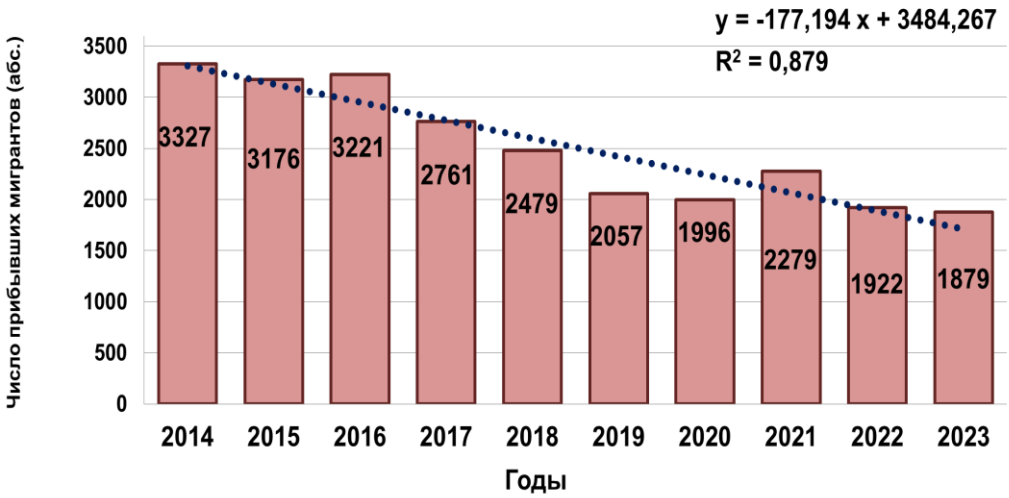


Рисунок 41 – Динамика миграции из стран дальнего зарубежья в Краснодарский край (2013–2024 гг.).

Определённую опасность также представляют оздоровительные базы образовательных учреждений (с обучением иностранных студентов), находящиеся в Причерноморском регионе, например:

- в Туапсинском районе («Горизонт» Санкт-Петербургского Государственного университета, «Политехник» Кубанского государственного технологического университета и «Сеченовец» Первого Московского Государственного Медицинского Университета имени И. М. Сеченова);

- в Анапском городском округе («Анапа» Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова);

- в городе-курорте Сочи («Ставрополье» Ставропольского государственного медицинского университета и «Буревестник» Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова).

Риск связан с возможным выявлением больного среди отдыхающих иностранных студентов (после их возвращения из эндемичных по арбовирусным лихорадкам регионов во время каникул).

Кроме того, в г. Сочи ежегодно проводятся различные саммиты, чемпионаты, фестивали, форумы и другие широкомасштабные мероприятия с международным участием, также обусловливающие риск появления множественных завозных (и в дальнейшем – аутохтонных) случаев тропических арбовирусных инфекционных болезней, возбудители которых переносятся комарами.

Кроме того, активно проводимая в настоящее время реализация проектов туристско-рекреационного сектора экономики Краснодарского края и Республики Крым связана с выраженной антропогенной трансформацией ландшафта (строительством дорог, санаториев, домов отдыха и т. д.) и созданием благоприятных условий для развития комаров-переносчиков арбовирусов (появлением искусственных водоёмов со стоячей водой, канав, частной неблагоустроенной малоэтажной застройки, подвальных помещений и т. д.) [112, 139, 147].

Согласно полученным данным, в настоящее время на юге России ежегодно регистрируются две нозологические формы трансмиссивных инфекционных болезней, переносчиками возбудителей которых являются кровососущие комары – эндемичная для нашей страны ЛЗН, характеризующаяся невысокой интенсивностью проявлений эпидемического процесса с возникновением периодических подъёмов заболеваемости и завозные случаи лихорадки денге, представляющие определённую опасность для здоровья населения, связанную с риском возникновения аутохтонных случаев заболевания этой опасной ПОИ в тёплый период года на территории ареала *Ae. albopictus* в Краснодарском крае и Республике Крым. Это свидетельствует о необходимости проведения не только оперативного анализа эпидемиологической обстановки по тропическим арбовирусным лихорадкам, но и об оптимизации мониторинга распространения комаров-переносчиков их возбудителей (в том числе на основе применения современных ГИС-технологий).

Таким образом, результаты проведённого анализа современной эпидемиологической ситуации по трансмиссивным ПОИ на юге России свидетельствуют, что всего с 2014 по 2023 г. на территории региона было зарегистрировано 5105 больных КИ (1,9 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$), 653 ЛЗН (0,25 ± 0,12 $^{0}/_{0000}$) и 34 завозных случая лихорадки денге. Больные ПОИ, возбудители которых переносятся иксодовыми клещами, были зарегистрированы во всех субъектах ЮФО и СКФО, кроме Республики Ингушетия. Установлено, что динамика заболеваемости, характеризовалась тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли составил -0,02). Однако сохранению напряжённой эпидемиологической ситуации способствует высокая активность иксодовых клещей, на что указывает высокая прямая корреляционная зависимость показателей заболеваемости КИ от обращений населения в ЛПО по поводу их присасывания ($r=0,8$, $p<0,05$). Установлено, что наиболее высокой обращаемостью на юге России в целом и в ЮФО характеризовалась Астраханская область (243,6 ± 25,8 $^{0}/_{0000}$), в СКФО – Ставропольский край (216,9 ± 20,8 $^{0}/_{0000}$), также занимающий второе место в южном регионе. Структура заболеваемости КИ была представлена восемью нозологическими формами. Выявлено, что спорадические проявления эпидемического процесса КВЭ, как и все случаи марсельской лихорадки (0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) отмечались только на эндемичной территории Крымского полуострова. Больные ИКБ были зарегистрированы во всех субъектах региона, кроме Республики Калмыкия и КБР. Также в течение исследуемого периода были выявлены четыре больных ГАЧ, один – МЭЧ и три – риккетсиозами неопределённой этиологии. Показано, что серьёзную опасность для здоровья населения региона представляют эндемичные КИ – КГЛ и АПЛ.

Всего в 2014–2023 гг. было выявлено 840 больных КГЛ (0,3 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$, что выше общероссийского показателя в пять раз). Динамика заболеваемости характеризовалась тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли -0,143). Однако уменьшения летальности не отмечалось. Летальные исходы в регионе регистрировались ежегодно, составив 3,8 %. Наиболее высокие значения летальности были

зарегистрированы в течение трёх последних лет: 6,1 % – в 2021 г., 10,2 % – в 2022 г. (максимальное значение за исследуемый период), 7,7 % – в 2023 г.

С 2014 по 2023 гг. на юге России было выявлено 1877 больных АПЛ (0,7 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$, что выше общероссийского показателя в семь раз). Однако динамика заболеваемости также характеризовалась тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли -0,106), летальность составила 0,6 %.

Показано, что интенсивность проявлений эпидемического процесса ЛЗН в целом на юге России сохранялась на невысоком уровне (0,2 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$), подъёмы регистрировались в 2018-2019 гг. и в 2023 г. Большинство больных (96,9 %) были выявлены в ЮФО (0,4 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$), где наиболее высокой заболеваемостью характеризовалась Астраханская область (1,5 ± 0,8 $^{0}/_{0000}$). В СКФО регистрировались спорадические проявления эпидемического процесса (0,02 ± 0,01 $^{0}/_{0000}$). У большинства больных отмечалось среднетяжёлое течение, летальность составила 3,7 %.

Установлено, что ежегодно в регионе регистрировались завозные случаи заболевания лихорадкой денге. Их выявление в субъектах Черноморского побережья, расположенных в субтропической климатической зоне, вызывает настороженность в связи с риском аутохтонного инфицирования населения вирусом денге, обусловленным широким распространением комаров *Ae. albopictus* на данной территории.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости оптимизации эпидемиологического надзора за трансмиссивными природно-очаговыми инфекционными болезнями на юге России, особую опасность из которых для здоровья населения региона представляют эндемичные КИ (КГЛ и АПЛ), а также риск возникновения местных случаев лихорадки денге на территории Черноморского побережья нашей страны.

ГЛАВА 4. СОВРЕМЕННАЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО КРЫМСКОЙ ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКЕ НА ТЕРРИТОРИИ МОДЕЛЬНЫХ СУБЪЕКТОВ ЮГА РОССИИ (СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

4.1. Характеристика эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

4.1.1. Эпидемиологические особенности Крымской геморрагической лихорадки в Ставропольском крае

По числу выявленных случаев КГЛ в течение исследуемого периода Ставропольский край лидировал в СКФО и занимал второе место на юге России в целом. Всего в 2014–2023 гг. на территории этого субъекта было выявлено 255 больных КГЛ. Среднемноголетний уровень заболеваемости (0,9 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$) превысил аналогичные показатели по югу России (0,3 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$) и стране в целом (0,06 ± 0,01$^{0}/_{0000}$) в три и 15 раз соответственно. Это обусловливает выбор данного субъекта в качестве модельного для изучения эпидемиологической ситуации по КГЛ, факторов, влияющих на её формирование, и последующей разработки предложений по оптимизации эпидемиологического надзора за этой КИ (в том числе, на основе применения «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей).

Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса в Ставропольском крае (как и в целом по региону) характеризовалась тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -0,122x + 1,586 (R^2 = 0,385). Так, в 2023 г. по сравнению с 2014 г. показатель заболеваемости уменьшился на 64,3 % ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,108 и -0,07 соответственно). Наиболее высокое значение было выявлено в 2016 г. (2,2 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$), самое низкое – в 2020 г. (0,3 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$). Показатели заболеваемости КГЛ в 2022-2023 гг., так же, как и по региону в целом, не возросли после стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19 (средние значения сохранились на уровне 2020-2021 гг. (0,5 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$), что ниже допандемийного уровня 2014–2019 гг. (1,2 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$) в 2,4 раза. Данные представлены на рисунке 42.

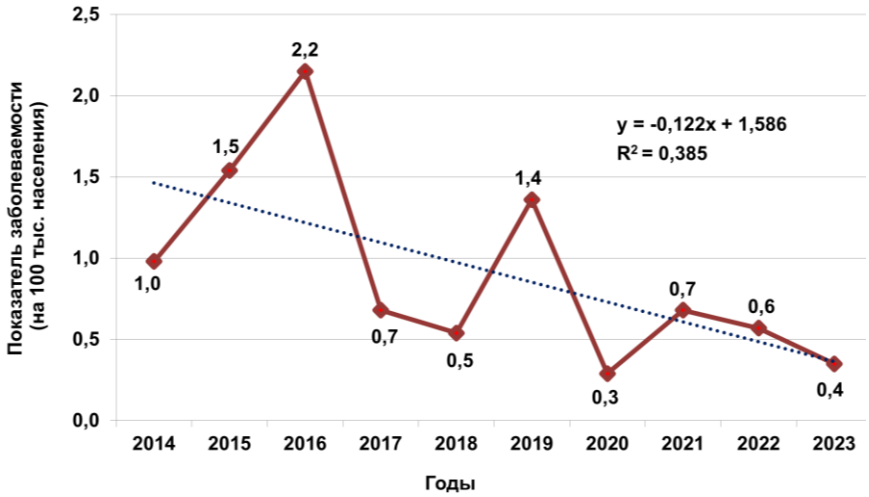


Рисунок 42 – Динамика заболеваемости КГЛ в Ставропольском крае с 2014 по 2023 г. ($^{0}/_{0000}$)

Летальность от этой КИ в крае составила 1,6 %. Всего зарегистрировано четыре летальных исхода (в 2016 и 2019 гг. – по одному, в 2022 г. – два).

Проявления эпидемического процесса отмечались на территории 23 из 26 административных районов Ставропольского края (рисунок 43).

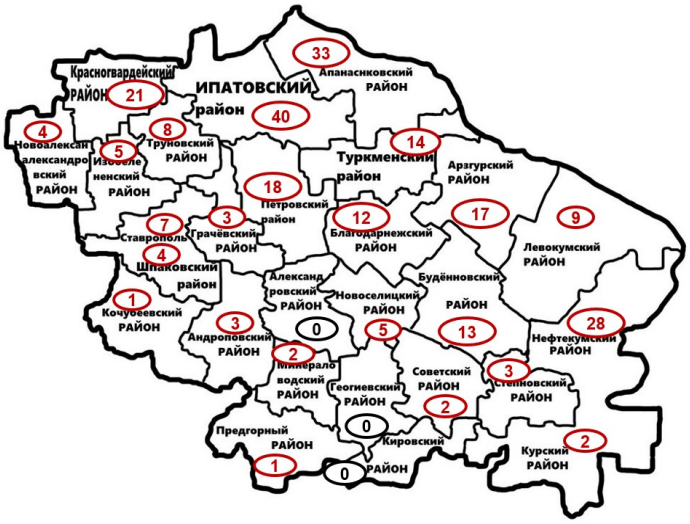


Рисунок 43 – Выявление случаев заболевания КГЛ в муниципальных районах и городских округах Ставропольского края (2014–2023 гг.).

Но наиболее высокими среднемноголетними показателями заболеваемости характеризовались Апанасенковский (11,2 ± 3,4 $^{0}/_{0000}$), Арзгирский (6,8 ± 1,5 $^{0}/_{0000}$), Ипатовский (6,8 ± 1,7 $^{0}/_{0000}$), Туркменский (5,9 ± 1,4) и Красногвардейский (5,5 ± 1,8 $^{0}/_{0000}$) административные районы, расположенные в пределах полупустынной и степной ландшафтных провинций. Данные представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели заболеваемости КГЛ в административных районах Ставропольского края с 2014 по 2023 г. (в $^{0}/_{0000}$)

№ п/п	Наименование административного района	Годы										Средний показатель
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1.	Александровский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
2.	Андроповский	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,99	0,00	0,87 ± 0,61
3.	Апанасенковский	0,00	3,20	35,47	9,73	3,25	22,95	6,56	10,11	13,65	6,83	11,18 ± 3,38
4.	Арзгирский	7,83	7,88	7,99	8,01	8,03	16,26	4,06	8,27	0,00	0,00	6,83 ± 1,48
5.	Благодарненский	6,65	3,35	1,69	0,00	0,00	1,73	0,00	5,21	3,49	0,00	2,21 ± 0,76
6.	Буденновский	1,72	2,58	1,72	3,46	0,87	0,00	0,00	0,00	0,90	0,90	1,21 ± 0,37
7.	Георгиевский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
8.	Грачевский	0,00	2,69	2,68	0,00	0,00	0,00	0,00	2,68	0,00	0,00	0,80 ± 0,41
9.	Изобильненский	1,00	1,00	3,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50 ± 0,31
10.	Ипатовский	3,32	18,46	6,76	1,71	5,19	12,27	3,51	5,41	9,17	1,83	6,76 ± 1,67
11.	Кировский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
12.	Кочубеевский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	0,13 ± 0,13
13.	Красногвардейский	12,83	10,38	15,75	2,65	2,66	0,00	2,68	5,42	0,00	2,81	5,52 ± 1,75
14.	Курский	0,00	1,87	1,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37 ± 0,25
15.	Левокумский	4,95	4,96	2,51	0,00	2,53	7,64	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26 ± 0,88
16.	Минераловодский	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14 ± 0,10
17.	Нефтекумский	1,53	9,24	9,29	7,77	4,64	4,66	1,55	1,56	1,58	0,00	4,18 ± 1,11
18.	Новоалександровский	1,52	1,53	3,05	0,00	0,00	1,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76 ± 0,34
19.	Новоселицкий	3,82	3,82	0,00	0,00	0,00	3,78	0,00	0,00	3,82	0,00	1,52 ± 0,62
20.	Петровский	0,00	3,98	9,34	0,00	0,00	6,95	0,00	1,42	1,44	1,44	2,46 ± 1,04
21.	Предгорный	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02 ± 0,02
22.	Советский	0,00	0,00	1,62	0,00	1,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33 ± 0,22
23.	Степновский	0,00	0,00	4,70	0,00	0,00	4,70	0,00	0,00	0,00	4,78	1,42 ± 0,72
24.	Труновский	0,00	0,00	18,26	0,00	3,14	0,00	0,00	3,35	0,00	0,00	2,47 ± 1,80
25.	Туркменский	8,19	8,27	8,33	12,61	4,25	8,67	0,00	0,00	0,00	8,85	5,92 ± 1,44
26.	Шпаковский	0,76	0,00	0,72	0,00	0,00	0,68	0,23	1,35	0,00	0,00	0,37 ± 0,15
Среднее		1,0	1,5	2,2	0,7	0,5	1,4	0,3	0,7	0,6	0,4	0,9 ± 0,2

Почти все случаи заболевания в 2014–2023 гг. (99,6 %) были выявлены в весенне-летний период. Данная сезонность является типичной для КГЛ. Начало проявлений эпидемического процесса отмечалось в апреле (со второй-третьей декады). Пик заболеваемости приходился на июнь (40,4 % от общего числа больных). Последние случаи КГЛ в основном были выявлены в августе (во второй-третьей декаде). Однако, в 2020 и 2023 гг. наблюдалось досрочное завершение эпидемического сезона – в третьей декаде июня и первой декаде июля соответственно. В 2016 г., напротив, период регистрации больных продлился

дольше, достигнув своего окончания лишь во второй декаде сентября. Данные представлены на рисунке 44.

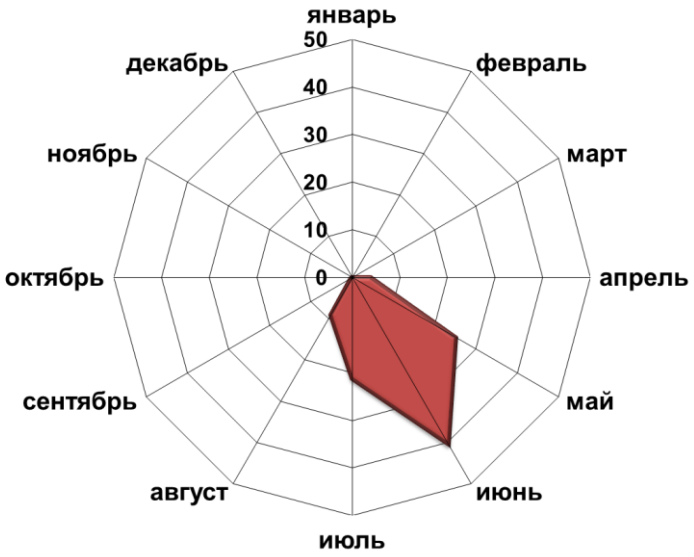


Рисунок 44 – Сезонность КГЛ (число выявленных больных в %) в Ставропольском крае с 2014 по 2023 г.

Среди больных КГЛ превалировали взрослые лица трудоспособного (от 20 до 59 лет) возраста – 77,3 %. Дети до 14 лет болели значительно реже, на их долю пришлось лишь 2,4 % от общего числа случаев этой КИ (рисунок 45).

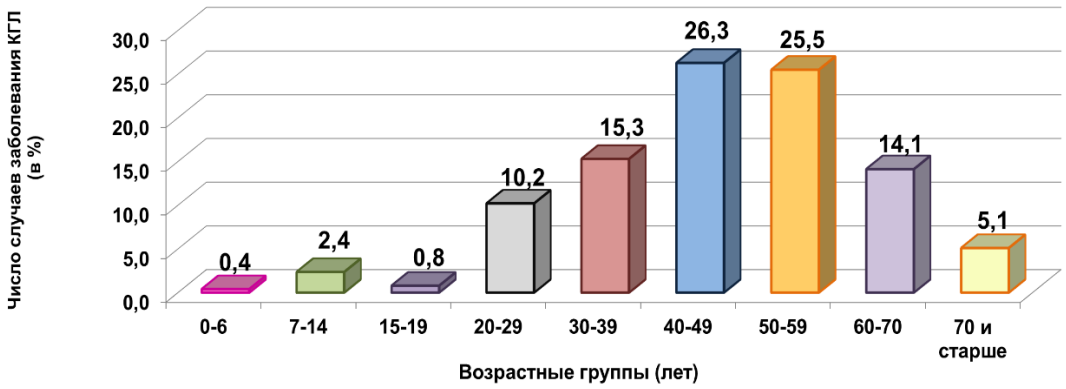


Рисунок 45 – Возрастная структура больных КГЛ в Ставропольском крае с 2014 по 2023 г. (%).

Проявления эпидемического процесса значительно чаще регистрировались у сельских жителей (89,4 %). Среди заболевших превалировали лица мужского пола (74,1 %).

Профессиональный и социальный состав больных КГЛ был достаточно неоднородным (рисунок 46). Среди них отмечалось выраженное преобладание лиц, занимающихся животноводческой деятельностью – 47,1 % (в том числе разведением сельскохозяйственных животных в личных подсобных хозяйствах), что связано с сельскохозяйственной специализацией края и высокой частотой контактов с клещами-переносчиками вируса ККГЛ при уходе за скотом. Суммарно на долю заболевших КГЛ работников агропромышленного комплекса (механизаторов, полеводов (овощеводов), животноводов) пришлось более половины от общего числа зарегистрированных случаев этой КИ (58 %). Медицинский персонал (профессиональное инфицирование) составил 0,4 %. Случай заражения медицинской сестры (в результате повреждения кожных покровов руки иглой после выполнения внутривенной инъекции пациентке с подтверждённым диагнозом «КГЛ») был выявлен в 2016 г.

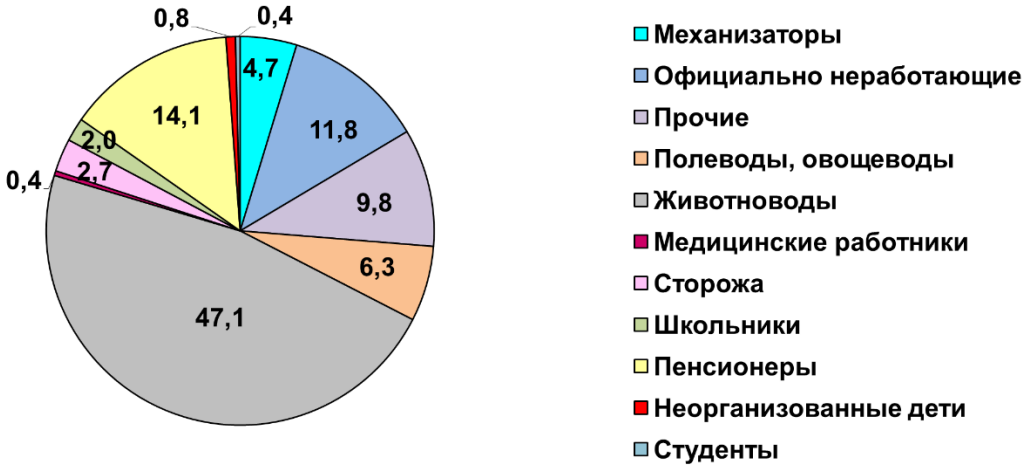


Рисунок 46 – Профессиональный и социальный состав больных КГЛ в Ставропольском крае в 2014–2023 гг. (%)

Установлено, что инфицирование вирусом ККГЛ преимущественно происходило трансмиссивным механизмом – 94,1 % (основным для этой КИ) при реализации инокуляционного (70,4 %) или контаминационного (29,6 %) путей передачи – присасывания или раздавливания клещей (в основном при их снятии с крупного и мелкого рогатого скота) незащищёнными перчатками руками. Невыясненными механизм и путь передачи остались в 5,5 % случаев (заболевшие отрицали возможный контакт с членистоногими переносчиками вируса ККГЛ).

Нападению клещей большинство больных подвергались во время ухода за скотом (61,6 %), в единичных случаях – во время отдыха на природе, на улице или во дворе собственного дома. Условия инфицирования возбудителем КГЛ представлены на рисунке 47.



Рисунок 47 – Условия инфицирования возбудителем КГЛ в Ставропольском крае в 2014–2023 гг. (%)

Во всех случаях диагноз «КГЛ» был подтверждён лабораторными методами исследования – ПЦР (13,3 %), ИФА (4,7 %) или их сочетанием (82,0 %).

В 2014–2023 гг. у больных в Ставропольском крае, как и на юге России в целом, в основном отмечались среднетяжёлые формы этой КИ (76,9 %). Легкое течение инфекционного процесса было выявлено в 2,7 % случаев, тяжёлое – у 20,4 % заболевших. При этом некоторое увеличение тяжёлых форм на фоне общего снижения уровня заболеваемости КГЛ отмечалось в 2020-2021 гг. (период пандемии COVID-19) – до 50 и 36,8 % соответственно. Данные представлены на рисунке 48.

Также установлено, что у большинства заболевших отмечалось течение КГЛ без геморрагических проявлений (67,8 %). Однако, стоит отметить увеличение до 87,5 % доли геморрагических форм этой КИ в 2020 г., что значительно превышает значения показателей предшествующих лет допандемийного периода (рисунок 49).

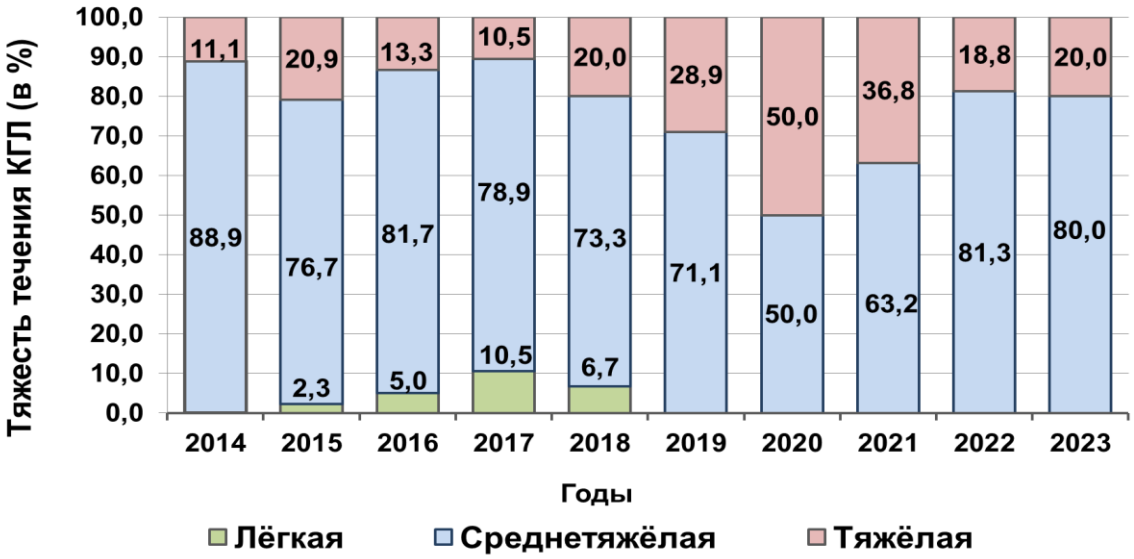


Рисунок 48 – Структура тяжести течения КГЛ у больных КГЛ в Ставропольском крае с 2014 по 2023 г. (%)



Рисунок 49 – Структура клинических форм у больных КГЛ в Ставропольском крае с 2014 по 2023 г. (%)

Таким образом, выраженный рост числа геморрагических форм КГЛ в 2020 г. и увеличение случаев с тяжёлым течением в период пандемии COVID-19 на фоне снижения общего числа больных этой КИ может свидетельствовать о недостаточном выявлении случаев с лёгким (среднетяжёлым без проявлений геморрагического синдрома) течением инфекционного процесса в условиях повышенной загруженности ЛПО и лабораторной сети при оказании помощи пациентам с новой коронавирусной инфекцией.

4.1.2. Анализ мониторинга клещей-переносчиков возбудителя Крымской геморрагической лихорадки в Ставропольском крае

Согласно данным многочисленных исследований, уровень заболеваемости населения КГЛ, как и других КИ, в значительной степени определяется численностью и зараженностью иксодовых клещей – основных переносчиков вируса ККГЛ. Поэтому изучение данных эпизоотологического мониторинга возбудителя КГЛ приобретает существенное значение. Получаемые результаты позволяют не только провести всесторонний анализ эпидемиологической ситуации по этой КИ в текущем году, но и составить прогноз заболеваемости на следующий эпидемический сезон.

Согласно результатам лабораторных исследований иксодовых клещей, представленных в ежегодных аналитических обзорах, основным переносчиком возбудителя КГЛ в Ставропольском крае в течение всего исследуемого периода по-прежнему являлись клещи *H. marginatum* [88, 224–234].

Начало активной жизнедеятельности перезимовавших клещей данного вида и их питания на сельскохозяйственных животных в 2014–2023 гг. отмечалось с I-II декады апреля, что коррелировало ($r=0,96$, $p<0,05$) с появлением первых больных КГЛ (в среднем через десять дней). Данные представлены на рисунке 50.

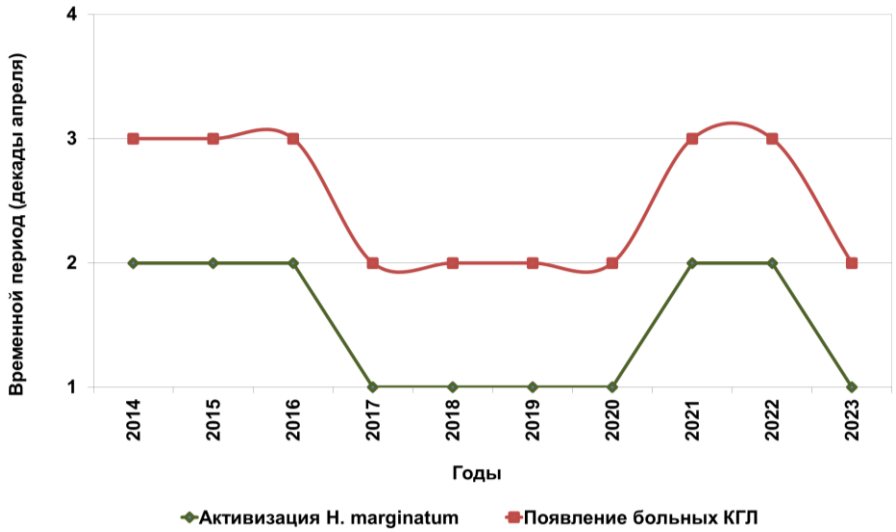


Рисунок 50 – Сроки начала активизации *H. marginatum* и появления больных КГЛ в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

Также была установлена прямая сильная корреляционная зависимость показателей заболеваемости населения КГЛ от среднесезонной численности *H. marginatum* (r=0,8, p<0,05). Среднемноголетний уровень численности клещей этого вида в Ставропольском крае составил 3,9 ± 0,1. Наиболее высокие значения отмечались в 2016 г. В целом динамика численности *H. marginatum* характеризовалась некоторой тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -0,076 x + 4,28 (R^2 = 0,282). Так, в 2023 г. по сравнению с 2014 г. показатель численности клещей уменьшился на 22,5 % ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,028 и -0,1 соответственно). При этом обращает внимание отсутствие снижения численности *H. marginatum* в 2020 г. (первый год пандемии COVID-19, когда был выявлен самый низкий уровень заболеваемости КГЛ в течение исследуемого периода), а также в последующие два года, также характеризующиеся невысокой интенсивностью проявлений эпидемического процесса этой КИ. Так, среднее значение показателей 2020–2022 гг. составило 3,9 ± 0,03, что почти соответствует допандемийному уровню 2014–2019 гг. (4,0 ± 0,2). Однако, самая низкая численность *H. marginatum* была выявлена в 2023 г., когда также отмечалось снижение уровня заболеваемости КГЛ по сравнению с предыдущим двухлетним периодом. Данные представлены на рисунке 51.

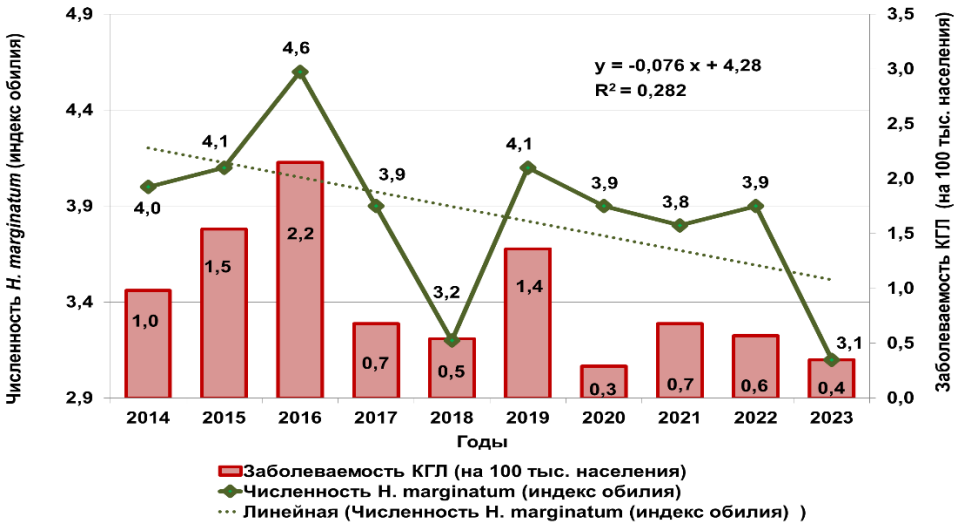


Рисунок 51 – Динамика численности *H. marginatum* (индекс обилия) и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

Численность клещей *H. marginatum* в свою очередь, согласно литературным данным, зависит от значений другого биотического фактора – поголовья сельскохозяйственных животных (их прокормителей). Так, в Ставропольском крае среднемноголетняя величина этого показателя в 2014–2023 гг. составила 309,4 ± 12,9 и 1498,9 ± 72,6 голов для крупного и мелкого рогатого скота соответственно. В целом динамика поголовья характеризовалась тенденциями к снижению, что соответствовало линейным трендам y = -12,166 x + 376,293 (R^2 = 0,819) и y = -66,150x + 1862,693 (R^2 = 0,762), показатели в 2023 г. по сравнению с 2014 г. уменьшились на 29,3 и 28,8 % соответственно. Значения $T_{ср}$ убыли и среднего абсолютной убыли составили для крупного рогатого скота -0,038 и -12,49, для мелкого – -0,037 и -54,62. Однако снижения численности сельскохозяйственных животных в 2023 г. не отмечалось, показатели возросли по сравнению с предыдущим годом на 3 и 2,1 %.

Вместе с тем, между величиной поголовья как крупных, так и мелких сельскохозяйственных животных с показателями численности *H. marginatum* выявлены слабые прямые корреляционные связи (r=0,3 и 0,2 соответственно, p>0,05). Данные представлены на рисунках 52 и 53.

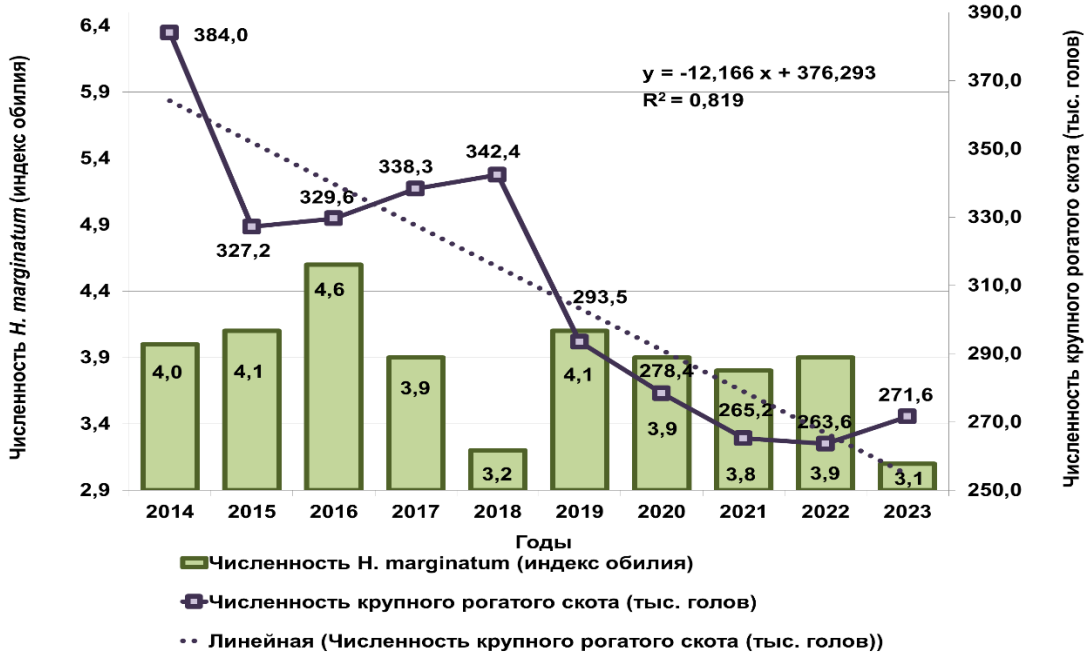


Рисунок 52 – Динамика численности крупного рогатого скота и *H. marginatum* в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

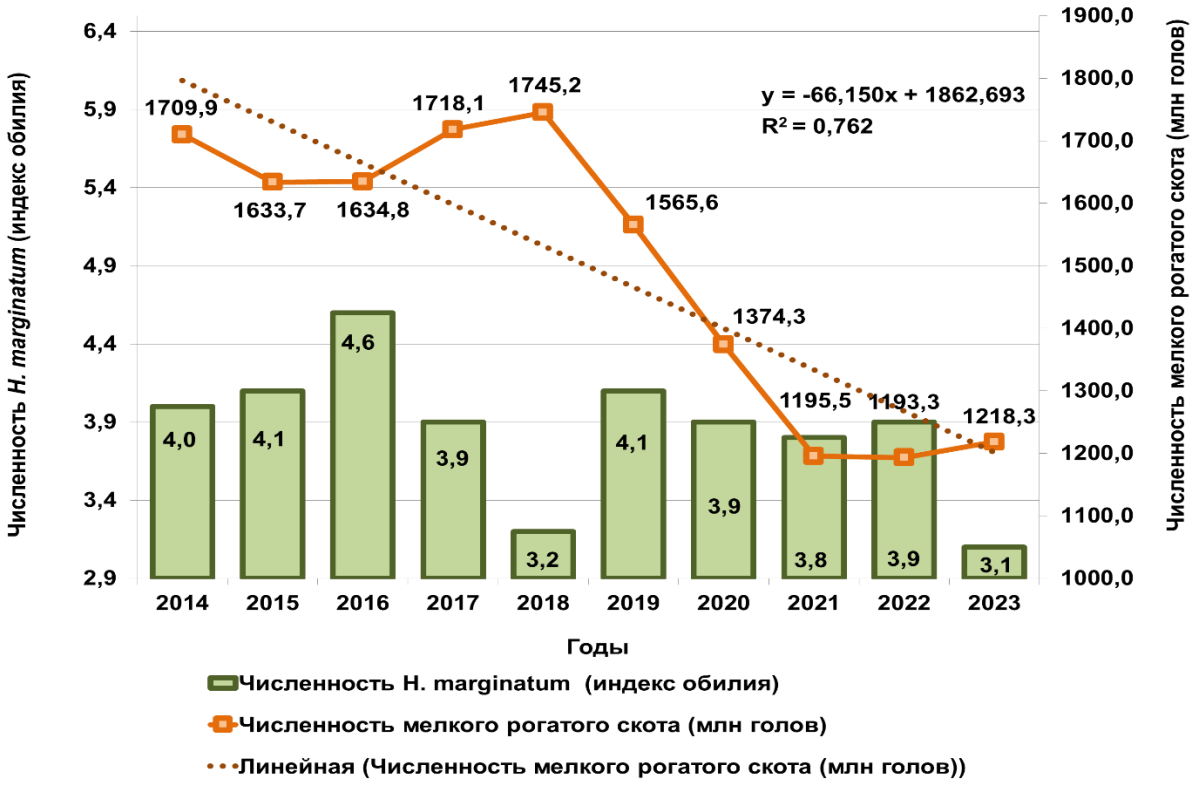


Рисунок 53 – Динамика численности мелкого рогатого скота и *H. marginatum* в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

Также эти биотические факторы характеризовались низкими (< 0,5) значениями коэффициентов информативности.

Важность учета такого показателя как обращаемость людей в ЛПО для удаления присосавшихся клещей обусловлена тем, что он косвенно отражает не только численность и активность членистоногих переносчиков возбудителя КГЛ, но и интенсивность контактов людей с природным очагом этой КИ. Между величинами численности *H. marginatum* и этим фактором установлена прямая умеренная (r=0,5, p>0,05), корреляционная связь. Так, в 2014–2023 гг. в среднем зарегистрировано 216,9 ± 20,8 $^{0}/_{0000}$ обращений. Динамика этого показателя характеризовалась тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -17,690x + 314,213 (R^2 = 0,664), $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,034 и -6,66 соответственно. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. число обращений населения ($^{0}/_{0000}$) снизилось на 26,5 %. Наиболее высокая обращаемость наблюдалась в 2015 г. (320,2 ± 3,4 $^{0}/_{0000}$), самая низкая (в отличие от региона в целом) – в 2022 г. (121,3 ± 2,0 $^{0}/_{0000}$) и в 2020 г.

(146,3 ± 2,3 $^{0}/_{0000}$). Между значениями обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей и уровнем заболеваемости КГЛ выявлена корреляция средней силы (r=0,6, p>0,05). Данные представлены на рисунке 54.

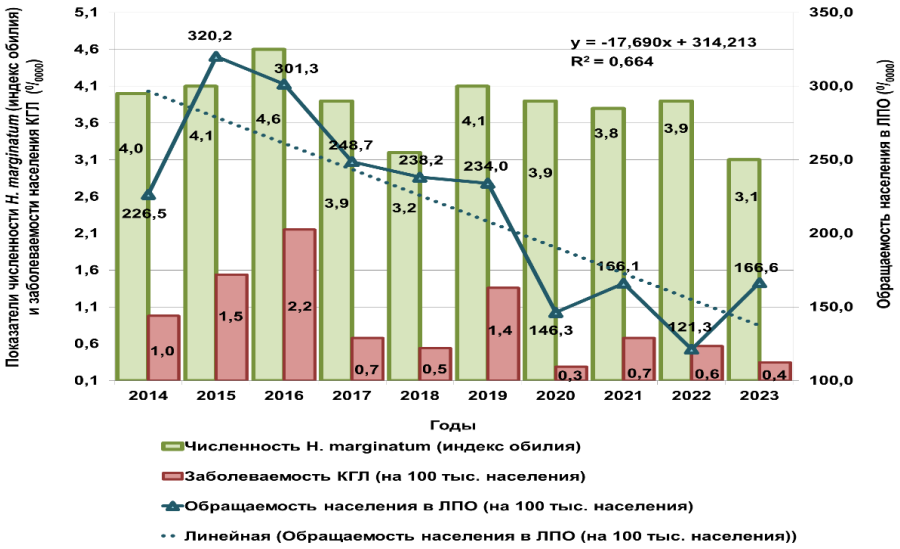


Рисунок 54 – Динамика обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей ($^{0}/_{0000}$), заболеваемости населения КГЛ ($^{0}/_{0000}$) и численности *H. marginatum* (индекс обилия) в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

Кроме того, фактор обращаемости населения на уровне отдельных административных территорий края характеризовался также невысокой информативностью (< 0,5). При анализе показателей обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей ($^{0}/_{0000}$) и заболеваемости КГЛ ($^{0}/_{0000}$) в разрезе муниципальных районов и городских округов в целом за период исследования и ежегодных значений в 2014–2023 гг. выявлено выраженное несоответствие. Данные представлены в таблицах 15-16. Так, наиболее высокие показатели обращаемости населения отмечались на территориях, характеризующихся отсутствием проявлений эпидемического процесса этой КИ (например, в Георгиевском районе, городских округах-курортах Кавказских Минеральных Вод), а также в краевой столице (где все случаи заболевания были завозными). В то же время жители высокоэндемичных по КГЛ, преимущественно, сельских районов (например, Апанасенковского, Нефтекумского), зачастую самостоятельно удаляли присосавшихся клещей (в официальной статистике не были учтены).

Таблица 15 – Среднемноголетние показатели обращаемости населения в ЛПО ($^0/_{0000}$) по поводу присасывания клещей и заболеваемости КГЛ ($^0/_{0000}$) по административным территориям Ставропольского края с 2014 по 2023 г.

№	Муниципальные районы и городские округа	Среднемноголетний показатель обращаемости в ЛПО	Среднемноголетний показатель заболеваемости КГЛ
1.	Андроповский	176,2 ± 18,9	0,9 ± 0,6
2.	Александровский	228,7 ± 29,5	0,0 ± 0,0
3.	Апанасенковский	195,1 ± 33,8	11,2 ± 3,4
4.	Арзгирский	120,4 ± 18,1	6,8 ± 1,5
5.	Благодарненский	72,0 ± 9,8	2,2 ± 0,8
6.	Буденновский	106,1 ± 20,9	1,2 ± 0,4
7.	Георгиевский	365,5 ± 78,0	0,0 ± 0,0
8.	Грачевский	92,8 ± 18,9	0,8 ± 0,4
9.	Изобильненский	202,3 ± 32,9	0,5 ± 0,3
10.	Ипатовский	239,3 ± 35,4	6,8 ± 1,7
11.	Кировский	292,5 ± 49,5	0,0 ± 0,0
12.	Кочубеевский	86,8 ± 18,7	0,1 ± 0,1
13.	Красногвардейский	226,5 ± 36,3	5,5 ± 1,7
14.	Курской	153,6 ± 31,3	0,4 ± 0,2
15.	Левокумский	113,4 ± 18,6	2,3 ± 0,9
16.	Минераловодский	247,0 ± 27,1	0,1 ± 0,1
17.	Нефтекумский	89,6 ± 27,3	4,2 ± 1,1
18.	Новоалександровский	226,5 ± 30,1	0,8 ± 0,3
19.	Новоселицкий	194,1 ± 37,6	1,5 ± 0,6
20.	Петровский	214,3 ± 29,0	2,5 ± 1,0
21.	Предгорный	200,4 ± 22,3	0,0 ± 0,0
22.	Советский	279,0 ± 40,4	0,3 ± 0,2
23.	Степновский	165,9 ± 36,2	1,4 ± 0,7
24.	Труновский	216,0 ± 32,7	2,5 ± 1,8
25.	Туркменский	190,0 ± 39,8	5,9 ± 1,4
26.	Шпаковский	146,6 ± 16,1	0,4 ± 0,2
27.	Ессентуки	129,0 ± 18,1	0,0 ± 0,0
28.	Железноводск	509,7 ± 111,9	0,0 ± 0,0
29.	Кисловодск	362,7 ± 21,6	0,0 ± 0,0
30.	Невинномысск	76,3 ± 11,7	0,0 ± 0,0
31.	Пятигорск	255,9 ± 26,6	0,0 ± 0,0
32.	Ставрополь	320,4 ± 20,4	0,2 ± 0,1
	Среднее	216,9 ± 20,8	0,9 ± 0,2

Таблица 16 – Ежегодные показатели обращаемости в ЛПО по поводу присасывания иксодовых клещей ($^0/_{0000}$) и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) по административным территориям Ставропольского края в 2014–2023 гг.

№ п/п	Муниципальные районы и городские округа	Годы																				Среднее	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость
1	Андроповский	148,3	5,7	258,9	0,0	236,3	0,0	96,3	0,0	259,1	0,0	188,3	0,0	97,9	0,0	143,0	0,0	179,2	3,0	155,1	0,0	176,2	0,9
2	Александровский	256,8	0,0	347,1	0,0	339,2	0,0	326,6	0,0	259,7	0,0	238,7	0,0	98,4	0,0	151,9	0,0	135,1	0,0	133,5	0,0	228,7	0,0
3	Апанасенковский	171,6	0,0	304,0	3,2	374,0	35,5	207,7	9,7	217,8	3,3	311,5	23,0	76,7	6,6	103,3	10,1	110,3	13,7	74,3	6,8	195,1	11,2
4	Арзгирский	78,3	7,8	157,5	7,9	195,8	8,0	164,3	8,0	164,7	8,0	158,5	16,3	28,8	4,1	129,5	8,3	52,0	0,0	74,3	0,0	120,4	6,8
5	Благодарненский	98,1	6,6	107,3	3,4	118,0	1,7	86,6	0,0	73,4	0,0	76,0	1,7	34,7	0,0	47,3	5,2	28,1	3,5	50,9	0,0	72,0	2,2
6	Буденновский	126,3	1,7	202,1	2,6	148,3	1,7	181,4	3,5	157,6	0,9	94,2	0,0	28,1	0,0	22,1	0,0	45,2	0,9	55,9	0,9	106,1	1,2
7	Георгиевский	564,5	0,0	856,4	0,0	516,2	0,0	546,2	0,0	309,1	0,0	269,6	0,0	105,2	0,0	155,4	0,0	104,0	0,0	228,5	0,0	365,5	0,0
8	Грачевский	113,2	0,0	220,5	2,7	115,2	2,7	132,6	0,0	113,8	0,0	76,8	0,0	24,1	0,0	58,1	2,7	21,1	0,0	52,7	0,0	92,8	0,8
9	Изобильненский	283,9	1,0	361,3	1,0	315,4	3,0	264,8	0,0	214,5	0,0	205,2	0,0	115,2	0,0	105,0	0,0	56,0	0,0	102,0	0,0	202,3	0,5
10	Ипатовский	304,0	3,3	419,6	18,5	418,9	6,8	242,4	1,7	186,7	5,2	264,7	12,3	138,8	3,5	141,3	5,4	129,9	9,2	147,0	1,8	239,3	6,8
11	Кировский	245,2	0,0	436,5	0,0	650,0	0,0	314,8	0,0	350,9	0,0	253,2	0,0	179,2	0,0	162,5	0,0	128,5	0,0	204,2	0,0	292,5	0,0
12	Кочубеевский	129,0	0,0	190,7	0,0	141,1	0,0	109,1	0,0	104,8	0,0	84,7	0,0	50,9	0,0	16,5	0,0	20,4	0,0	20,5	1,3	86,8	0,1
13	Красногвардейский	290,0	12,8	433,2	10,4	385,9	15,8	182,9	2,7	226,4	2,7	244,2	0,0	94,7	2,7	171,0	5,4	110,9	0,0	125,7	2,8	226,5	5,5

Продолжение **Таблицы 16**

№ п/п	Муниципальные районы и городские округа	Годы																				**Среднее**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость
14	Курской	165,4	0,0	275,2	1,9	289,5	1,9	212,7	0,0	259,9	0,0	105,2	0,0	59,2	0,0	45,6	0,0	53,2	0,0	70,4	0,0	153,6	0,4
15	Левокумский	86,5	4,9	235,7	5,0	155,4	2,5	103,3	0,0	131,7	2,5	157,9	7,6	40,7	0,0	54,1	0,0	62,9	0,0	106,0	0,0	113,4	2,3
16	Минераловодский	163,8	0,0	413,5	0,7	347,1	0,0	299,3	0,0	242,3	0,0	246,9	0,7	161,8	0,0	177,6	0,0	164,7	0,0	252,7	0,0	247,0	0,1
17	Нефтекумский	126,8	1,5	264,7	9,2	201,3	9,3	43,5	7,8	119,2	4,6	51,3	4,7	25,0	1,6	23,1	1,6	14,9	1,6	26,5	0,0	89,6	4,2
18	Новоалександровский	312,2	1,5	378,3	1,5	355,2	3,0	236,8	0,0	172,8	0,0	217,6	1,5	196,6	0,0	182,6	0,0	101,8	0,0	110,8	0,0	226,5	0,8
19	Новоселицкий	183,5	3,8	351,6	3,8	338,7	0,0	271,8	0,0	274,0	0,0	249,7	3,8	60,7	0,0	105,0	0,0	48,5	3,8	57,2	0,0	194,1	1,5
20	Петровский	214,5	0,0	309,3	4,0	384,4	9,3	241,8	0,0	175,2	0,0	296,1	7,0	136,5	0,0	140,5	1,4	122,3	1,4	121,9	1,4	214,3	2,5
21	Предгорный	218,1	0,0	265,0	0,2	313,8	0,0	238,0	0,0	258,6	0,0	186,0	0,0	170,9	0,0	137,5	0,0	91,8	0,0	124,7	0,0	200,4	0,0
22	Советский	283,2	0,0	413,0	0,0	522,9	1,6	346,4	0,0	356,3	1,6	217,0	0,0	150,6	0,0	172,0	0,0	146,6	0,0	181,7	0,0	279,0	0,3
23	Степновский	87,4	0,0	340,0	0,0	333,6	4,7	257,2	0,0	229,6	0,0	145,7	4,7	47,2	0,0	82,1	0,0	77,4	0,0	58,4	4,8	165,9	1,4
24	Труновский	237,3	0,0	233,5	0,0	356,0	18,3	315,2	0,0	317,4	3,1	247,8	0,0	78,8	0,0	208,1	3,4	70,7	0,0	95,5	0,0	216,0	2,5
25	Туркменский	286,5	8,2	401,1	8,3	337,2	8,3	269,1	12,6	178,6	4,3	147,4	8,7	91,6	0,0	84,8	0,0	53,7	0,0	49,5	8,9	190,0	5,9
26	Шпаковский	152,6	0,8	171,8	0,0	215,7	0,7	183,4	0,0	188,0	0,0	172,6	0,7	75,8	0,2	85,2	1,3	72,9	0,0	147,5	0,0	146,6	0,4

Продолжение **Таблицы 16**

№ п/п	Муниципальные районы и городские округа	Годы																				**Среднее**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость
27	Ессентуки	246,4	0,0	195,6	0,0	128,4	0,0	137,2	0,0	148,1	0,0	121,3	0,0	75,2	0,0	72,7	0,0	69,1	0,0	96,3	0,0	129,0	0,0
28	Железноводск	712,0	0,0	84,2	0,0	879,6	0,0	976,1	0,0	622,2	0,0	924,6	0,0	256,8	0,0	96,2	0,0	175,5	0,0	370,2	0,0	509,7	0,0
29	Кисловодск	314,7	0,0	364,6	0,0	396,2	0,0	363,5	0,0	396,6	0,0	523,6	0,0	317,6	0,0	362,3	0,0	293,4	0,0	294,5	0,0	362,7	0,0
30	Невинномысск	28,9	0,0	84,8	0,0	133,2	0,0	37,4	0,0	57,9	0,0	111,2	0,0	48,8	0,0	119,9	0,0	48,7	0,0	92,4	0,0	76,3	0,0
31	Пятигорск	229,3	0,0	422,3	0,0	316,8	0,0	335,0	0,0	275,5	0,0	229,4	0,0	233,0	0,0	146,6	0,0	155,0	0,0	216,5	0,0	255,9	0,0
32	Ставрополь	335,1	0,2	415,9	0,0	360,8	0,5	332,4	0,0	336,9	0,0	372,7	0,5	282,5	0,2	311,4	0,2	178,6	0,0	277,9	0,0	320,4	0,2
	Среднее	226,5	1,0	320,2	1,5	301,3	2,2	248,7	0,7	238,2	0,5	234,0	1,4	146,3	0,3	166,1	0,7	121,3	0,6	166,6	0,4	216,9	0,9

В связи с этим, фактические данные по количеству лиц, пострадавших от присасывания клещей, могут значительно отличаться от зарегистрированных в ЛПО, что, в свою очередь, приводит к искажению значимости показателя как при составлении прогноза, так и при выполнении ежегодного анализа эпидемиологической ситуации по КГЛ после завершения эпидемического сезона этой КИ.

Всего с 2014 по 2023 г. в Ставропольском крае было исследовано 85 005 экземпляров *H. marginatum* (12 548 пулов), собранных с крупного и мелкого рогатого скота. Из них методом ИФА (специалистами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ставропольском крае») исследованы 6009 пулов, ПЦР (сотрудниками ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора) – 6539 пулов.

Результаты лабораторных исследований *H. marginatum* методом ИФА (2014–2023 гг.) представлены на рисунке 55.

За весь период исследования антиген вируса ККГЛ был обнаружен в 4,9 % пулов клещей *H. marginatum,* среднее количество положительных результатов составило 5,6 ± 0,8 %. Однако между долей положительных пулов *H. marginatum* (в %), исследованных методом ИФА, и показателями заболеваемости КГЛ ($^{0}/_{0000}$) обнаружена слабая прямая корреляционная связь ($r=0,1$, $p>0,05$). Данные представлены на рисунке 56.

Отсутствие выраженной связи между данными показателями также подтверждается выраженным несоответствием между показателями заболеваемости КГЛ и обнаружением антигена её возбудителя в пробах клещей по одному и тому же административному району (таблица 17).

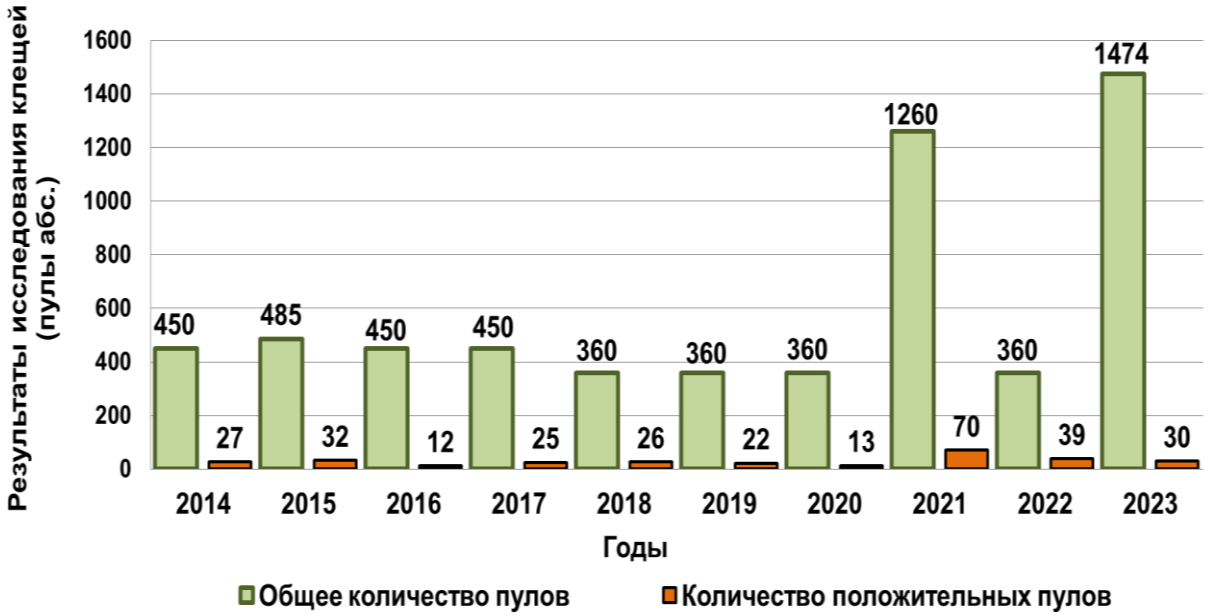


Рисунок 55 – Результаты лабораторных исследований *H. marginatum* методом ИФА в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

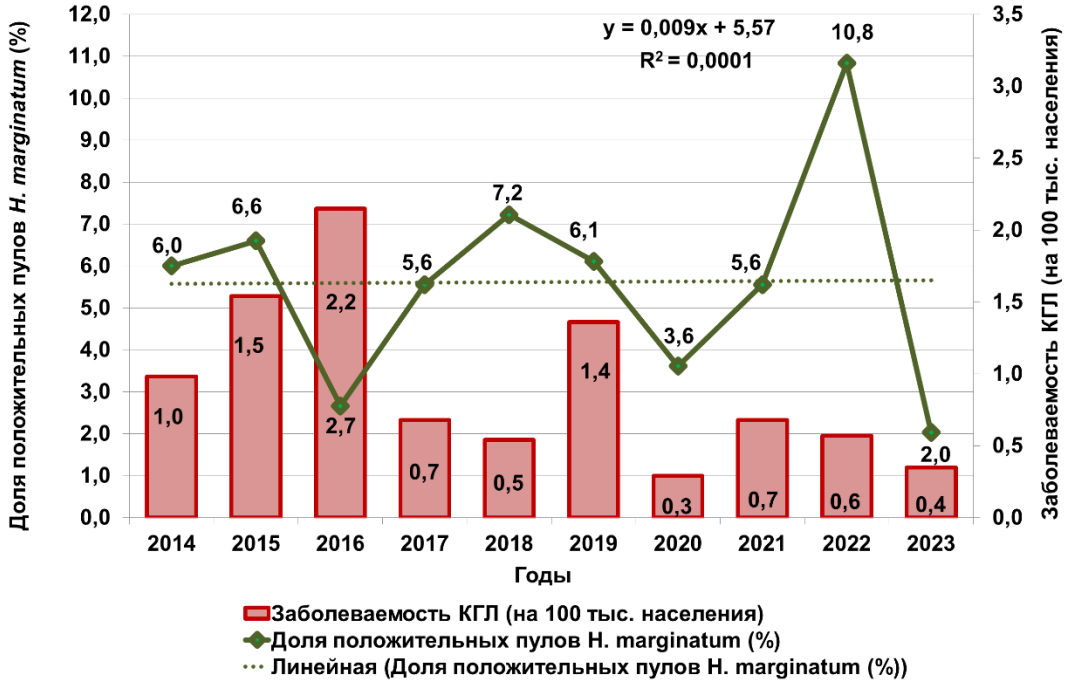


Рисунок 56 – Динамика положительных результатов исследования *H. marginatum* методом ИФА (%) и заболеваемости населения КГЛ ($^{0}/_{0000}$) в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

Таблица 17 – Положительные результаты лабораторных исследований клещей методом ИФА (%) и показатели заболеваемости населения КГЛ ($^{0}/_{0000}$) по административным территориям Ставропольского края в 2014–2023 гг.

№ п/п	Административные территории	Годы																				**Всего**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты
1	Андроповский	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	30,0	0,0	0,0	**0,9**	**5,7**
2	Александровский	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0	20,0	0,0	19,0	0,0	6,7	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**2,5**
3	Апанасенковский	0,0	3,6	3,2	37,0	35,5	7,0	9,7	20,0	3,3	0,0	23,0	0,0	6,6	3,8	10,1	7,0	13,7	17,1	6,8	4,0	**11,2**	**8,8**
4	Арзгирский	7,8	0,0	7,9	2,9	8,0	0,0	8,0	2,2	8,0	16,7	16,3	0,0	4,1	*	8,3	2,7	0,0	17,6	0,0	0,0	**6,8**	**4,3**
5	Благодарненский	6,6	0,0	3,4	*	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	14,3	5,2	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	**2,2**	**1,4**
6	Буденновский	1,7	8,9	2,6	0,0	1,7	0,0	3,5	2,3	0,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	12,1	0,9	3,4	**1,2**	**3,5**
7	Георгиевский	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	8,0	0,0	8,3	0,0	7,1	0,0	15,8	**0,0**	**5,5**
8	Грачевский	0,0	6,3	2,7	0,0	2,7	*	0,0	*	0,0	13,7	0,0	0,0	0,0	4,9	2,7	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,8**	**4,0**
9	Изобильненский	1,0	6,3	1,0	16,7	3,0	11,5	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	**0,5**	**9,8**
10	Ипатовский	3,3	9,7	18,5	5,9	6,8	0,0	1,7	0,0	5,2	*	12,3	0,0	3,5	*	5,4	4,5	9,2	0,0	1,8	8,7	**6,8**	**4,5**
11	Кировский	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	2,4	**0,0**	**4,3**
12	Кочубеевский	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	1,3	0,0	**0,1**	**4,7**
13	Красногвардейский	12,8	33,3	10,4	0,0	15,8	0,0	2,7	0,0	2,7	0,0	0,0	16,7	2,7	0,0	5,4	0,0	0,0	5,7	2,8	0,0	**5,5**	**3,4**

Продолжение **Таблицы 17**

№ п/п	Административные территории	Годы																				**Всего**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты
14	Курской	0,0	0,0	1,9	0,0	1,9	0,0	0,0	20,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,4**	**1,2**
15	Левокумский	4,9	2,6	5,0	10,9	2,5	0,0	0,0	2,4	2,5	3,0	7,6	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	12,5	**2,3**	**4,6**
16	Минераловодский	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	*	0,0	31,5	0,0	*	0,0	0,0	**0,1**	**15,0**
17	Нефтекумский	1,5	1,7	9,2	1,4	9,3	*	7,8	*	4,6	0,0	4,7	11,1	1,6	0,0	1,6	1,0	1,6	0,0	0,0	2,2	**4,2**	**1,8**
18	Новоалександровский	1,5	0,0	1,5	0,0	3,0	16,7	0,0	20,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,8**	**2,6**
19	Новоселицкий	3,8	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	14,3	0,0	0,0	0,0	3,2	3,8	0,0	0,0	*	**1,5**	**3,3**
20	Петровский	0,0	5,9	4,0	*	9,3	20,0	0,0	12,5	0,0	*	7,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	1,4	0,0	1,4	0,0	**2,5**	**3,2**
21	Предгорный	0,0	0,0	0,2	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	1,0	**0,0**	**1,8**
22	Советский	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	20,0	1,6	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	**0,3**	**2,4**
23	Степновский	0,0	16,7	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	*	0,0	*	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	4,8	0,0	**1,4**	**0,7**
24	Труновский	0,0	0,0	0,0	0,0	18,3	6,3	0,0	14,3	3,1	*	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	35,7	0,0	*	**2,5**	**11,3**
25	Туркменский	8,2	0,0	8,3	100,0	8,3	0,0	12,6	0,0	4,3	14,3	8,7	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	8,9	*	**5,9**	**4,8**
26	Шпаковский	0,8	0,0	0,0	*	0,7	*	0,0	*	0,0	*	0,7	0,0	0,2	0,0	1,3	0,0	0,0	*	0,0	0,0	**0,4**	**0,0**

Продолжение **Таблицы 17**

№ п/п	Административные территории	Годы																				**Всего**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты
27	Ессентуки	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	16,0	0,0	*	0,0	*	**0,0**	**15,7**
28	Железноводск	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	**0,0**	**0,0**
29	Кисловодск	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**17,9**
30	Невинномысск	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	26,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	33,3	**0,0**	**13,5**
31	Пятигорск	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	33,3	0,0	25,0	0,0	*	**0,0**	**24,1**
32	Ставрополь	0,2	0,0	0,0	*	0,5	0,0	0,0	*	0,0	*	0,5	*	0,2	*	0,2	0,8	0,0	*	0,0	0,0	**0,2**	**0,6**
	Всего	**1,0**	**6,0**	**1,5**	**6,6**	**2,2**	**2,7**	**0,7**	**5,6**	**0,5**	**7,2**	**1,4**	**6,1**	**0,3**	**3,6**	**0,7**	**5,6**	**0,6**	**10,8**	**0,4**	**2,0**	**0,9**	**4,9**

*– лабораторные исследования клещей не проводились

Так, например, в Красногвардейском и Петровском районах в разные годы зачастую отмечались случаи заболевания КГЛ при отсутствии положительных результатов лабораторных исследований полевого материала. Вместе с тем, антиген возбудителя этой КИ регулярно обнаруживался в пробах клещей из Александровского, Георгиевского районов и г. Кисловодска, где больные КГЛ не были ни разу зарегистрированы в течение всего периода исследования (2014–2023 гг.).

Результаты лабораторных исследований *H. marginatum* методом ПЦР (2014–2023 гг.) представлены на рисунке 57. РНК вируса ККГЛ за период 2014–2023 гг. была выделена из 4,0 % пулов клещей *H. marginatum,* среднее количество положительных результатов составило 5,1 ± 1,7 %.

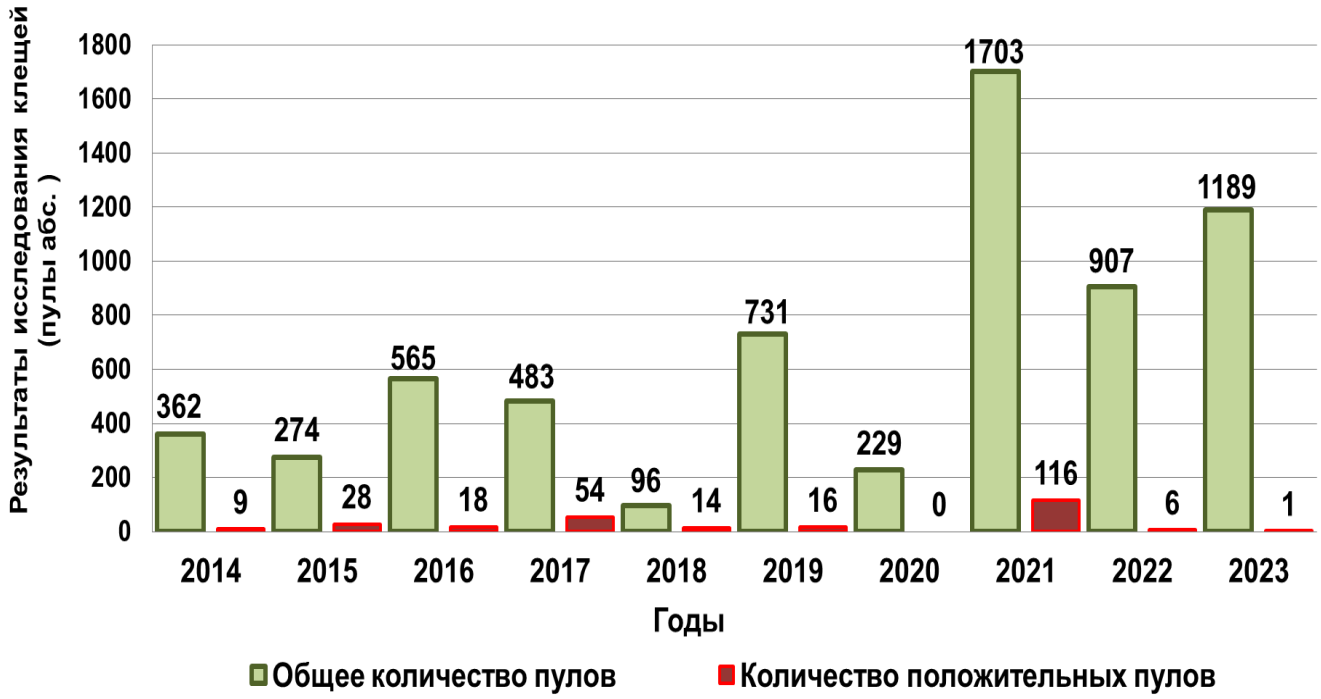


Рисунок 57 – Результаты лабораторных исследований *H. marginatum* методом ПЦР в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

Между долей положительных пулов *H. marginatum* (в %), исследованных методом ПЦР и показателями заболеваемости КГЛ ($^{0}/_{0000}$) также была обнаружена слабая прямая корреляционная связь ($r=0,3$, $p>0,05$). Данные представлены на рисунке 58.

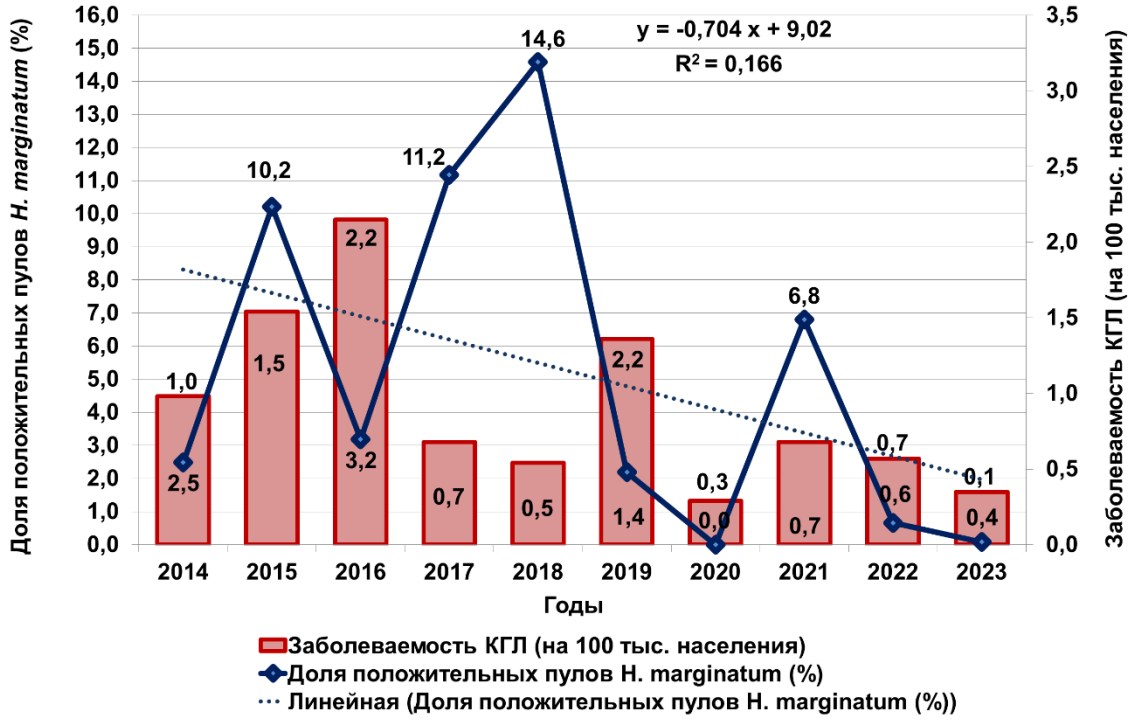


Рисунок 58 – Динамика положительных результатов исследования (%) *H. marginatum* методом ПЦР и заболеваемости населения КГЛ ($^{0}/_{0000}$) в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

Выявленное отсутствие выраженной связи между этими показателями также обусловлено явным несоответствием между регистрацией заболевших этой КИ и выделением РНК вируса ККГЛ из суспензий клещей в пределах одного и того же административно-территориального образования (таблица 18).

Так, например, в Красногвардейском муниципальном и Петровском городском округах в разные годы отмечались случаи заболевания КГЛ при отрицательных результатах лабораторных исследований *H. marginatum*. Вместе с тем, РНК вируса ККГЛ часто выделялась из пулов клещей в Кочубеевском муниципальном округе при отсутствии проявлений эпидемического процесса этой КИ (2014–2023 гг.)

Таблица 18 – Положительные результаты лабораторных исследований клещей методом ПЦР (%) и показатели заболеваемости населения КГЛ ($^{0}/_{0000}$) по административным территориям Ставропольского края в 2014–2023 гг.

№ п/п	Административные территории	Годы																				**Всего**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты
1	Андроповский	5,7	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	*	0,0	0,0	0,9	**2,6**
2	Александровский	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	**1,0**
3	Апанасенковский	0,0	0,0	3,2	69,2	35,5	10,5	9,7	35,2	3,3	11,1	23,0	1,8	6,6	0,0	10,1	12,4	13,7	*	6,8	1,3	11,2	**13,4**
4	Арзгирский	7,8	*	7,9	*	8,0	*	8,0	*	8,0	*	16,3	*	4,1	*	8,3	*	0,0	*	0,0	*	6,8	*
5	Благодарненский	6,6	*	3,4	*	1,7	*	0,0	*	0,0	*	1,7	*	0,0	*	5,2	0,0	3,5	*	0,0	*	2,2	**0,0**
6	Буденновский	1,7	*	2,6	*	1,7	*	3,5	*	0,9	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,9	0,0	0,9	*	1,2	**0,0**
7	Георгиевский	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	0,0	**0,0**
8	Грачевский	0,0	*	2,7	*	2,7	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	**0,0**
9	Изобильненский	1,0	0,0	1,0	*	3,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	**0,0**
10	Ипатовский	3,3	*	18,5	*	6,8	*	1,7	*	5,2	*	12,3	1,6	3,5	0,0	5,4	0,0	9,2	0,0	1,8	*	6,8	**0,7**
11	Кировский	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	**0,0**
12	Кочубеевский	0,0	8,3	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,1	**4,1**
13	Красногвардейский	12,8	*	10,4	*	15,8	0,0	2,7	0,0	2,7	*	0,0	*	2,7	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	5,5	**0,0**

Продолжение **Таблицы 18**

№ п/п	Административные территории	Годы																				**Всего**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты
14	Курской	0,0	*	1,9	0,0	1,9	2,2	0,0	8,8	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	**0,4**	**1,2**
15	Левокумский	4,9	0,0	5,0	0,0	2,5	6,5	0,0	8,5	2,5	0,0	7,6	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	**2,3**	**4,8**
16	Минераловодский	0,0	*	0,7	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	0,7	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	**0,1**	**0,0**
17	Нефтекумский	1,5	3,9	9,2	0,0	9,3	2,6	7,8	7,4	4,6	0,0	4,7	5,8	1,6	*	1,6	13,0	1,6	*	0,0	0,0	**4,2**	**4,5**
18	Новоалександровский	1,5	*	1,5	*	3,0	0,0	0,0	*	0,0	*	1,5	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	**0,8**	**0,0**
19	Новоселицкий	3,8	*	3,8	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	3,8	*	0,0	*	0,0	20,8	3,8	0,0	0,0	*	**1,5**	**14,2**
20	Петровский	0,0	*	4,0	*	9,3	0,0	0,0	*	0,0	*	7,0	*	0,0	*	1,4	*	1,4	0,0	1,4	0,0	**2,5**	**0,0**
21	Предгорный	0,0	1,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	**0,0**	**0,5**
22	Советский	0,0	*	0,0	*	1,6	*	0,0	*	1,6	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	**0,3**	**0,0**
23	Степновский	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	*	4,7	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	4,8	0,0	**1,4**	**0,0**
24	Труновский	0,0	0,0	0,0	0,0	18,3	*	0,0	*	3,1	*	0,0	*	0,0	*	3,4	*	0,0	0,0	0,0	*	**2,5**	**0,0**
25	Туркменский	8,2	*	8,3	*	8,3	*	12,6	*	4,3	*	8,7	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	8,9	*	**5,9**	*
26	Шпаковский	0,8	0,0	0,0	*	0,7	0,0	0,0	*	0,0	*	0,7	*	0,2	*	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,4**	**0,0**

Продолжение **Таблицы 18**

№ п/п	Административные территории	Годы																		**Всего**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты
27	Ессентуки	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	**0,0**	**0,0**
28	Железноводск	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	0,0	*	**0,0**	**0,0**
29	Кисловодск	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	**0,0**	**0,0**
30	Невинномысск	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	**0,0**	*
31	Пятигорск	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	**0,0**	**0,0**
32	Ставрополь	0,2	*	0,0	*	0,5	*	0,0	*	0,0	*	0,5	*	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,2**	**0,0**
	Всего	**1,0**	**2,5**	**1,5**	**10,2**	**2,2**	**3,2**	**0,7**	**11,2**	**0,5**	**14,6**	**1,4**	**2,2**	**0,3**	**0,0**	**0,7**	**6,8**	**0,6**	**0,7**	**0,4**	**0,1**	**0,9**	**4,0**

*– лабораторные исследования клещей не проводились

Рассчитанные коэффициенты информативности для показателей результатов лабораторных исследований *H. marginatum* методами ИФА и ПЦР также были низкими (< 0,5).

Кроме того, в 2014–2023 гг. индивидуально методом ПЦР были исследованы 497 имаго иксодовых клещей, снятых с людей. Положительные результаты были получены лишь в 2016 г., генетический материал вируса был обнаружен в 2 особях *H. marginatum* (рисунок 59).



Рисунок 59 – Результаты лабораторных исследований клещей, снятых с людей, методом ПЦР с 2014 по 2023 г.

Вместе с тем, развития манифестной формы заболевания КГЛ у людей после присасывания инфицированных клещей не отмечалось.

4.1.3. Оценка комплексного влияния климатических факторов на жизнедеятельность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения Крымской геморрагической лихорадкой в Ставропольском крае

Согласно результатам многочисленных исследований, формирование эпидемиологической ситуации по КГЛ зависит от многофакторного влияния абиотических условий, определяющих жизнедеятельность клещей – переносчиков её возбудителя [88, 162, 187, 194, 197, 263, 286]. Особый интерес при этом представляет изучение такого действия не только на глобальном, но и на региональном уровне различных эндемичных по этой КИ субъектов юга Российской Федерации. Важной задачей при этом является поиск и выявление среди множества гидрометеорологических показателей «ключевых», оказывающих наиболее выраженное влияние на численность *H. marginatum* и (опосредованно) на заболеваемость населения КГЛ.

Согласно литературным данным, абиотические условия Ставропольского края (выбранного нами в качестве первого модельного субъекта) в целом благоприятны для развития и жизнедеятельности клещей этого вида. Зимний период характеризуется относительно невысокой метеорологической продолжительностью (среднесуточные значения температуры воздуха ниже нуля) и отсутствием выраженного промерзания почвы. Это обеспечивает сохранение жизнеспособности большинства зимующих *H. marginatum* («голодных» имаго и напитавшихся нимф). Весенне-летний период отличается продолжительностью, показатели температуры воздуха, почвы, растительного покрова и режим увлажнения в целом также находятся в диапазонах, оптимальных для развития преимагинальных фаз клещей этого вида. Осенний сезон метеорологически (снижение температуры воздуха ниже +15°C) обычно наступает на 20-35 суток позже календарных сроков и характеризуется дефицитом осадков [88, 162, 187, 205].

При этом Ставропольский край отличается многообразием ландшафтно-географических зон (полупустынной, степной, лесостепной и предгорной), каждая из которых имеет свои гидрометеорологические особенности, проявляющиеся на

уровне административных районов (рисунок 60). Это также следует учитывать при составлении прогноза и проведении итогового анализа заболеваемости за текущий эпидемический сезон [46, 88].



Рисунок 60 – Ландшафтно-географические зоны Ставропольского края [13]

При оценке климатических факторов целесообразнее проводить не только корреляционный многолетний анализ, но и определение для каждого из них коэффициента информативности, величина которого отражает степень опосредованного влияния каждого показателя на эпидемиологическую ситуацию по КГЛ. При этом важно отдельно оценивать действие погодных условий предшествующего (определяющих развитие преимагинальных фаз клещей) и текущего (влияющих на жизнедеятельность имаго) эпидемических сезонов, в соответствии с жизненным циклом иксодовых клещей *H. marginatum* (рисунок 61). Ежемесячные показатели климатических факторов, зарегистрированные в течение исследуемого периода, представлены в таблицах 19–24.

[13] https://kasheloff.ru/photos/kadastr-stavropolskogo-kraya/68

Таблица 19 – Числовые значения температуры воздуха (средней, максимальной, минимальной) в Ставропольском крае в 2013–2023 гг. (°С)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средняя температура воздуха (°С)												
2013	-1,9	-3,5	3,9	9,2	17,4	21,4	23,2	23,1	15,7	9,3	6,3	-1,2
2014	-0,8	-2,0	5,0	10,0	17,8	21,8	23,9	24,7	19,8	12,3	5,9	-2,5
2015	-0,5	0,1	5,5	10,6	18,1	22,5	24,5	25,2	20,5	13,0	2,8	0,5
2016	-0,2	2,8	6,2	11,8	16,7	20,3	22,7	25,9	21,1	13,4	5,4	1,7
2017	-1,2	-3,3	4,6	9,9	16,5	20,0	22,6	24,0	19,2	10,8	3,2	-4,6
2018	-1,8	0,5	4,1	9,7	17,7	21,4	23,8	23,8	19,9	11,2	4,8	2,6
2019	-0,6	1,0	5,1	10,4	17,2	20,4	23,1	25,1	19,9	12,9	3,1	0,7
2020	-0,8	0,5	4,7	9,9	17,1	20,9	23,9	24,0	20,5	13,1	4,5	1,9
2021	-0,5	-1,7	4,8	10,1	15,8	20,3	22,6	24,1	16,8	10,9	3,9	-0,6
2022	-0,8	0,5	4,2	9,8	14,9	19,9	22,1	23,5	19,9	11,2	4,2	-0,3
2023	0,2	0,3	3,9	9,1	14,7	19,2	24,3	23,1	19,1	12,1	3,2	-4,6
Максимальная температура воздуха (°С)												
2013	1,3	5,2	10,0	14,3	23,5	27,5	30,9	29,2	20,5	13,5	9,3	1,8
2014	-0,1	1,2	9,2	15,1	23,9	28,8	31,1	31,9	27,2	13,2	9,5	1,0
2015	1,1	3,5	9,6	16,7	24,7	31,0	32,4	32,3	27,0	18,8	5,6	4,0
2016	3,4	6,8	11,3	17,8	21,1	26,8	29,8	32,5	27,1	20,7	9,6	4,8
2017	-0,4	1,1	8,7	14,9	20,8	26,2	28,5	30,9	25,0	11,8	6,6	-1,2
2018	0,3	2,6	8,0	14,6	23,7	28,4	30,8	30,6	25,3	15,3	8,1	5,4
2019	2,2	4,3	9,4	16,4	21,2	26,8	29,8	32,1	22,0	18,5	6,4	2,6
2020	3,2	4,3	10,3	14,8	21,8	26,5	30,1	30,9	25,1	19,8	8,2	5,6
2021	2,5	2,3	8,4	14,8	22,9	26,8	28,9	30,8	24,9	17,2	6,9	1,1
2022	0,3	3,2	7,9	14,5	19,8	24,7	28,2	30,3	23,2	16,3	6,2	1,0
2023	0,8	2,9	6,2	14,0	19,8	24,7	30,7	30,1	24,6	16,1	6,6	-1,2
Минимальная температура воздуха (°С)												
2013	-5,8	-6,2	-2,2	4,2	11,2	16,1	18,9	15,8	11,4	5,6	3,8	-3,8
2014	-5,4	-4,8	2,0	4,9	11,8	16,6	19,2	17,4	14,1	8,9	3,1	-4,7
2015	-4,8	-2,5	2,3	5,6	12,5	17,2	19,8	18,4	14,2	10,2	0,5	-1,6
2016	-1,9	0,0	2,6	6,5	10,8	15,7	17,9	19,0	15,3	10,5	2,3	-0,5
2017	-4,8	-6,9	1,4	4,6	10,4	15,4	17,6	16,5	13,1	8,7	0,5	-7,6
2018	-3,9	-1,3	0,6	4,1	11,8	16,2	19,1	16,1	13,8	7,9	2,1	0,7
2019	-2,7	-1,5	2,1	5,2	10,9	15,8	18,6	18,1	13,9	9,7	0,7	-0,9
2020	-4,8	-2,4	0,8	4,6	11,2	16,1	18,7	16,5	14,1	8,8	1,4	-0,1
2021	-5,4	-5,2	0,9	4,9	10,6	15,2	17,9	17,1	13,4	6,7	1,3	-2,2
2022	-5,6	-4,8	-1,2	3,8	9,8	15,1	17,8	15,7	12,2	10,1	1,2	-2,1
2023	-4,0	-5,2	-0,9	1,9	9,8	14,0	17,9	15,9	14,2	10,3	0,5	-7,6

Таблица 20 – Числовые значения температуры почвы (на глубине 10 и 40 см) в Ставропольском крае в 2013–2023 гг. (°С)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Температура почвы на глубине 10 см (°С)												
2013	-0,4	-1,2	3,2	7,8	16,1	19,9	22,7	22,0	15,6	9,1	6,6	1,5
2014	-0,8	-1,3	3,9	8,6	16,6	20,2	23,5	23,7	17,2	8,8	5,9	-1,4
2015	-0,6	0,1	4,8	9,3	17,1	22,5	24,8	24,1	19,8	9,8	3,2	1,0
2016	0,3	2,3	5,5	10,6	15,8	18,8	21,7	24,7	20,2	8,6	5,2	2,4
2017	-0,5	-2,7	3,6	8,0	15,4	18,2	21,2	22,8	19,8	10,7	3,8	-1,6
2018	-0,6	0,5	3,2	7,6	16,2	20,2	23,1	22,4	19,2	13,0	5,1	2,9
2019	-0,1	0,8	4,7	9,1	15,9	18,9	21,8	24,0	16,7	12,6	3,8	1,0
2020	0,3	0,6	3,6	8,1	15,9	18,7	21,5	22,8	19,7	14,6	4,7	2,1
2021	-0,1	-0,3	3,8	8,3	15,5	18,2	21,4	23,1	19,4	14,6	4,4	0,1
2022	-2,0	-0,4	3,4	7,4	14,9	17,9	20,9	22,6	19,3	9,8	4,8	0,1
2023	-0,4	0,1	2,9	7,2	13,4	17,8	22,9	21,8	18,9	8,4	3,8	-1,6
Температура почвы на глубине 40 см (°С)												
2013	0,1	2,2	1,8	6,2	11,9	16,0	19,2	20,6	17,1	10,7	8,6	4,1
2014	0,3	-0,2	3,0	7,1	12,3	16,6	19,6	22,1	18,4	11,1	7,5	1,0
2015	0,4	0,6	3,7	7,8	13,2	17,9	21,2	22,3	19,8	14,4	5,5	2,0
2016	1,8	1,8	4,9	8,7	11,8	15,6	18,9	22,6	20,4	15,6	6,6	3,7
2017	0,4	-1,5	2,2	6,5	10,5	15,3	18,6	21,8	19,9	12,5	5,7	1,6
2018	-0,1	0,6	1,9	6,3	12,8	16,3	19,2	21,3	19,8	12,4	7,3	3,9
2019	1,1	1,0	3,5	7,6	11,9	15,9	18,8	22,0	18,4	13,8	6,3	2,4
2020	0,6	1,2	2,1	6,8	11,2	15,9	18,9	21,9	19,8	13,2	6,9	3,4
2021	1,0	1,4	2,2	6,9	11,6	15,8	18,7	22,3	18,2	11,8	7,1	1,9
2022	1,1	0,6	1,9	6,4	10,8	15,4	18,6	21,5	17,7	12,9	6,9	1,8
2023	0,8	0,9	1,6	5,8	10,5	14,2	19,3	20,8	18,6	11,5	5,7	1,6

Таблица 21 – Числовые значения влажности почвы на глубине 10 и 40 см в Ставропольском крае в 2013–2023 гг. (%)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Влажность почвы на глубине 10 см (%)												
2013	41,4	31,7	32,4	31,4	30,0	32,5	31,1	21,4	28,8	31,3	26,5	29,9
2014	40,0	41,8	34,0	32,1	29,6	32,0	32,6	18,8	24,5	27,9	30,1	38,0
2015	39,3	35,4	33,6	29,1	26,9	33,1	33,1	18,1	21,1	22,4	29,5	33,9
2016	36,9	35,8	31,9	28,7	31,6	29,4	29,3	17,6	17,9	19,2	26,9	30,1
2017	43,1	43,1	35,2	33,1	33,9	28,4	28,5	19,0	18,4	23,8	32,4	38,7
2018	38,0	39,4	36,8	33,9	29,8	32,1	32,0	24,9	18,9	22,0	28,7	32,9
2019	40,1	41,2	33,1	30,2	31,6	25,8	28,9	18,4	23,8	25,7	27,9	34,8
2020	32,7	36,1	36,9	34,2	30,4	29,3	29,9	21,7	24,8	17,9	25,2	29,3
2021	34,6	35,9	34,8	33,4	32,8	28,5	28,2	19,7	22,8	27,2	26,9	31,5
2022	36,8	41,7	35,1	34,1	36,1	23,1	19,5	19,9	24,3	26,9	28,9	32,4
2023	39,5	43,2	37,2	34,5	36,2	23,3	19,2	25,2	22,1	28,8	32,4	38,7
Влажность почвы на глубине 40 см (%)												
2013	30,7	31,1	32,4	32,0	31,8	31,9	25,4	20,6	27,2	31,2	24,4	26,7
2014	36,8	40,9	34,2	29,9	30,2	32,4	26,8	18,9	17,9	22,6	30,2	33,9
2015	33,9	34,7	33,7	29,1	27,7	33,6	29,7	18,5	16,8	16,4	28,7	31,5
2016	33,8	36,3	31,6	28,8	32,8	29,8	24,0	17,7	16,9	22,8	25,9	29,0
2017	38,9	44,2	36,7	32,9	33,4	28,8	23,1	20,3	18,5	19,1	31,6	35,3
2018	34,5	39,3	38,6	34,3	30,6	32,1	26,2	20,8	17,5	27,9	27,8	31,3
2019	35,5	35,2	33,1	30,2	34,1	28,1	23,1	18,2	21,4	18,9	25,9	32,6
2020	29,6	34,0	39,1	35,2	32,9	29,6	25,2	24,2	16,9	19,2	25,1	27,8
2021	30,3	32,9	36,4	33,2	33,1	29,1	22,8	20,6	24,2	21,6	22,9	28,3
2022	34,6	42,1	36,9	33,9	41,2	22,5	18,7	19,7	21,0	25,9	23,6	35,2
2023	32,8	38,2	38,9	34,5	41,4	22,3	18,2	26,0	23,7	28,1	31,6	35,3

Таблица 22 – Числовые значения NDVI (в отн. ед.), облачности (%) и атмосферного давления (Па) в Ставропольском крае в 2013–2023 гг.

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
NDVI (в отн. ед.)												
2013	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
2014	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4
2015	0,3	0,3	0,4	0,5	0,8	0,8	0,6	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3
2016	0,1	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4
2017	0,3	0,2	0,3	0,5	0,6	0,6	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4
2018	0,2	0,3	0,3	0,4	0,7	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4
2019	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
2020	0,3	0,3	0,2	0,4	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
2021	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3
2022	0,2	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2
2023	0,2	0,4	0,3	0,4	0,6	0,6	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
Облачность (%)												
2013	76,1	82,7	70,5	63,0	40,9	47,0	44,4	28,8	63,4	62,8	76,5	85,3
2014	82,5	82,2	65,5	63,8	67,1	48,9	32,5	30,0	48,4	43,1	62,2	60,5
2015	78,8	69,4	77,9	56,3	49,7	52,5	26,1	32,0	34,9	44,2	76,6	73,9
2016	85,5	67,3	78,8	40,2	59,5	53,9	38,5	36,6	32,4	37,8	72,3	69,4
2017	70,0	67,6	69,5	62,3	65,0	44,2	25,7	23,5	21,6	63,5	70,2	77,8
2018	88,1	89,4	82,6	40,2	60,1	38,7	31,3	25,3	23,8	52,3	71,1	80,1
2019	85,7	75,2	68,4	66,4	44,8	48,9	39,3	29,1	36,9	52,4	72,1	89,6
2020	76,3	72,8	66,8	44,8	62,6	50,1	35,0	32,0	44,9	46,6	65,6	64,5
2021	80,4	78,3	71,8	68,2	48,6	40,4	34,3	33,1	42,6	69,9	66,8	92,3
2022	81,2	78,4	68,9	75,4	45,7	44,2	31,2	34,8	53,4	57,5	69,7	69,4
2023	84,8	67,2	70,4	69,2	65,0	44,2	25,7	38,6	45,3	52,1	70,2	77,8
Атмосферное давление (Па)												
2013	98589,2	98923,9	98388,8	98654,9	98468,3	98168,7	98125,6	98335,5	98385,7	99097,9	99251,1	99064,9
2014	99189,8	99332,0	98593,7	98521,9	98429,8	98311,0	98218,9	98232,8	98561,3	99211,7	99265,1	99376,2
2015	98997,5	98862,5	99199,1	98553,7	98442,1	98293,3	98362,0	98541,1	98785,4	99133,3	99407,8	99122,3
2016	98795,5	99152,8	98503,6	98516,7	98310,8	98414,4	98266,4	98395,7	98586,2	99335,8	98873,2	99433,5
2017	99089,0	99293,5	98744,3	98791,4	98439,8	98312,6	98237,3	98424,0	98788,5	98755,8	99401,0	99137,3
2018	99160,7	98967,1	98429,9	98858,9	98492,6	98198,9	97912,8	98460,3	98769,6	99134,0	99490,3	99065,0
2019	98586,2	98997,0	98703,5	98553,7	98488,1	98366,9	98081,5	98447,9	98791,4	99002,3	99479,2	99020,6
2020	99127,1	98701,9	98885,5	98765,6	98499,9	98176,0	98195,3	98284,9	98788,5	99082,1	99459,6	98946,5
2021	98784,8	99290,1	98767,0	98714,2	98410,6	98332,1	98232,1	98184,9	98691,4	99175,1	99517,1	99589,1
2022	98684,8	99193,1	98867,0	98717,3	98430,8	98425,2	98138,4	98360,3	98688,5	99232,1	99523,1	99689,1
2023	98884,8	99293,5	98653,0	98553,7	98439,8	98312,6	98237,3	98495,7	98788,5	99178,1	99401,0	99137,3

Таблица 23 – Числовые значения глубины снежного покрова (м) и доли площади, покрытой снегом (%) в Ставропольском крае в 2013–2023 гг.

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Глубина снежного покрова (м)												
2013	0,03	0,03	0,03	Значения фактора не регистрировались							0,02	0,10
2014	0,06	0,07	0,03								0,01	0,03
2015	0,03	0,01	0,01								0,02	0,01
2016	0,06	0,02	0,02								0,02	0,01
2017	0,06	0,06	0,01								0,02	0,09
2018	0,06	0,03	0,01								0,01	0,02
2019	0,02	0,01	0,01								0,02	0,02
2020	0,02	0,02	0,01								0,01	0,01
2021	0,03	0,05	0,02								0,02	0,03
2022	0,04	0,06	0,03								0,04	0,02
2023	0,06	0,04	0,01								0,04	0,02
Доля площади, покрытой снегом (°C)												
2013	70,2	11,9	8,4	Значения фактора не регистрировались							1,8	67,0
2014	42,5	36,6	9,0								2,9	34,5
2015	55,0	34,2	8,3								28,1	16,6
2016	57,2	57,0	10,3								4,0	12,1
2017	48,6	17,8	7,7								30,0	74,6
2018	55,0	38,9	12,5								21,4	26,0
2019	30,4	36,6	9,5								20,3	30,2
2020	28,8	31,9	16,0								14,9	5,7
2021	43,8	53,2	18,9								30,1	37,8
2022	39,6	23,6	11,2								20,2	20,4
2023	44,2	23,8	9,4								30,0	74,6

Таблица 24 – Числовые значения количества выпавших осадков (кг/м^2) и относительной влажности воздуха (%) в Ставропольском крае в 2013–2023 гг.

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Количество выпавших осадков (кг/м^2)												
2013	2,0	1,2	4,6	2,3	6,8	5,9	6,0	4,5	6,6	3,8	2,4	3,4
2014	3,5	2,0	2,1	2,8	5,8	6,0	6,8	2,9	4,8	3,2	2,0	2,1
2015	2,0	1,6	2,4	2,2	4,6	7,7	7,6	2,3	3,5	3,8	1,8	1,8
2016	3,0	1,7	1,9	1,5	6,3	4,9	5,9	2,1	2,6	2,4	3,4	3,0
2017	1,5	2,3	2,9	3,0	7,5	2,9	5,7	4,4	4,2	3,9	2,8	3,0
2018	2,5	2,4	3,1	3,1	5,9	5,8	6,5	4,9	5,2	3,1	1,4	3,6
2019	1,9	1,6	2,7	2,4	6,9	5,2	6,1	2,5	4,8	3,0	3,8	2,6
2020	2,3	2,0	3,4	3,2	6,1	4,9	6,2	4,7	4,7	2,2	1,8	1,4
2021	2,1	4,0	3,1	3,3	7,7	4,4	5,7	4,5	5,8	4,2	3,3	1,7
2022	2,4	2,8	3,2	3,5	10,8	2,9	3,9	5,2	4,9	6,7	1,9	1,6
2023	2,3	1,4	3,7	4,2	11,1	2,6	3,4	5,9	4,3	5,8	2,8	3,0
Относительная влажность воздуха (%)												
2013	92,7	86,3	78,8	77,2	73,8	64,8	64,3	57,0	76,6	83,2	83,7	90,0
2014	90,8	92,8	84,2	73,7	73,5	66,3	65,8	47,4	69,3	77,1	84,3	86,0
2015	88,8	86,0	83,6	72,8	72,8	70,7	68,9	45,2	59,4	68,2	86,2	92,3
2016	93,5	83,7	83,3	71,1	80,6	61,2	61,8	46,5	64,0	62,1	76,0	82,3
2017	91,5	87,4	85,1	76,0	81,2	58,3	59,9	47,7	50,8	73,5	85,3	93,0
2018	93,0	93,2	84,9	77,7	73,2	65,8	65,7	48,3	54,5	69,7	85,0	90,3
2019	90,0	83,3	83,4	72,9	77,5	64,2	61,4	44,8	58,9	73,6	84,8	84,7
2020	88,9	88,8	87,9	78,4	77,3	63,2	65,3	60,3	50,8	81,6	80,0	91,8
2021	91,8	91,2	85,3	71,4	77,8	58,3	61,2	48,9	59,6	62,0	84,9	92,2
2022	91,5	85,5	85,7	80,1	83,8	51,3	49,8	50,1	52,3	73,3	82,3	92,3
2023	90,4	83,4	88,2	86,5	83,2	52,3	49,3	53,4	59,7	75,2	85,3	93,0

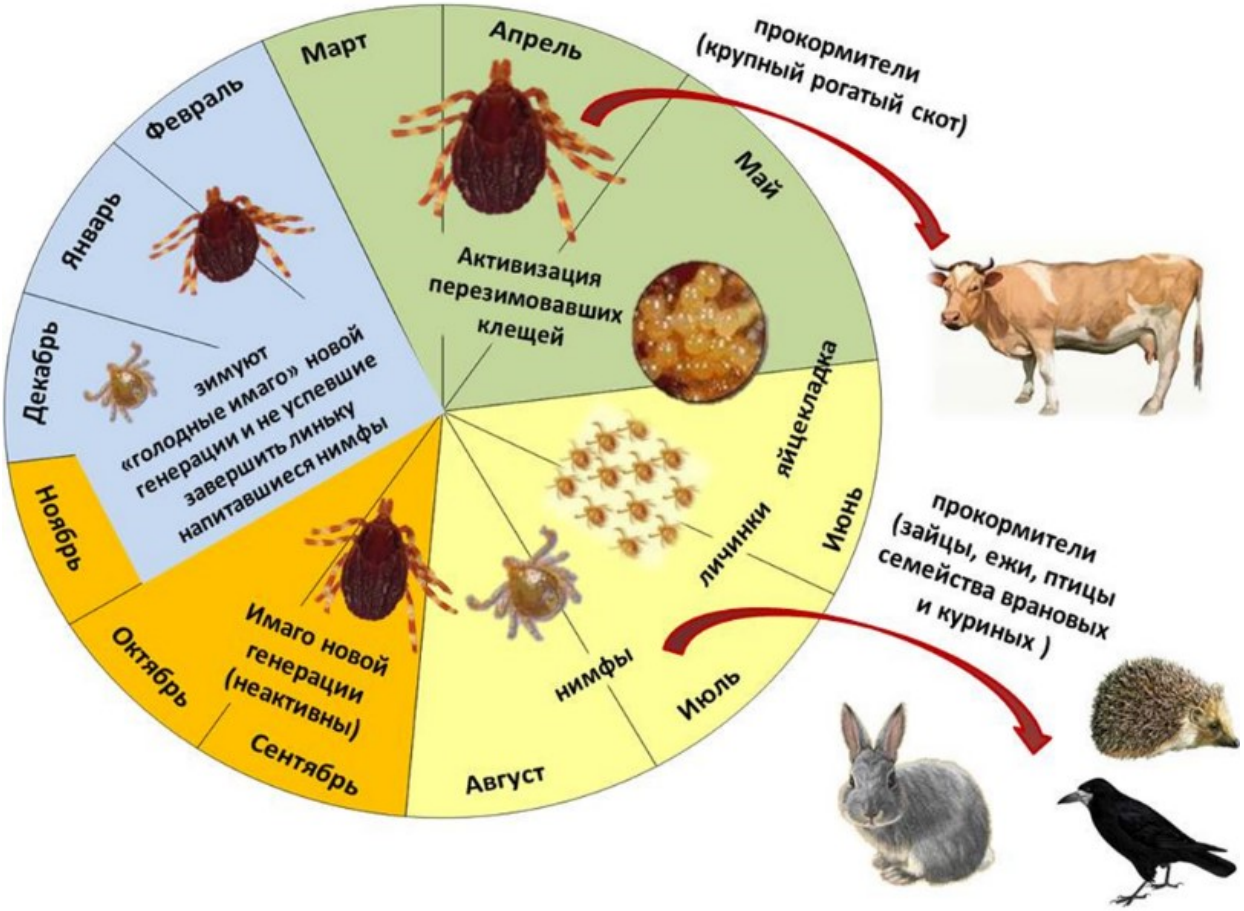


Рисунок 61 – Схема жизненного цикла иксодовых клещей *H. marginatum* (Куличенко А.Н., Прислегина Д.А., 2019)

Результаты анализа климатических факторов «предшествующего» эпидемического сезона (влияющих на развитие преимагинальных фаз и (соответственно) на численность *H. marginatum* и, опосредованно, на уровень заболеваемости населения КГЛ в исследуемом году) свидетельствуют, что наиболее высокими значениями как коэффициентов корреляции ($r= 0,8–0,9$, $p<0,05$) с этими показателями, так и (в разрезе административных районов) информативности (от 1,59 до 0,85) характеризовались весенне-летние значения температуры (средней, минимальной и максимальной) и относительной влажности воздуха, NDVI, температуры и влажности почвы, количества выпавших осадков.

Рассчитанные числовые значения коэффициентов корреляции и информативности для климатических факторов «предшествующего» года представлены в таблицах 25–26.

Таблица 25 – Значения коэффициентов корреляции (r) климатических факторов «предшествующего» (2013–2022 гг.) эпидемического сезона с численностью клещей *H. marginatum* и уровнем заболеваемости населения КГЛ (в 2014–2023 гг.) в Ставропольском крае

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов корреляции													
		Максимальная температура воздуха (°C)	Минимальная температура воздуха (°C)	Средняя температура воздуха (°C)	Температура почвы на глубине 10 см (°C)	Температура почвы на глубине 40 см (°C)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,1
2.	февраль	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,1
3.	март	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	-0,1	-0,1	*	*	0,2	-0,1	0,1	0,1	0,1
4.	апрель	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	-0,4	-0,3	*	*	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
5.	май	**0,9**	**0,9**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**-0,9**	**-0,9**	*	*	0,1	**-0,8**	**-0,9**	0,3	**0,8**
6.	июнь	**0,8**	**0,8**	**0,9**	**0,8**	**0,8**	**0,9**	**0,9**	*	*	-0,1	**0,8**	**0,8**	0,3	**0,9**
7.	июль	**0,9**	**0,9**	**0,9**	**0,8**	**0,9**	**0,9**	**0,9**	*	*	0,2	**0,9**	**0,8**	-0,1	**0,9**
8.	август	0,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	*	*	0,2	0,3	0,4	-0,1	0,5
9.	сентябрь	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	*	*	-0,3	0,4	-0,1	0,3	0,5
10.	октябрь	0,3	0,1	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	*	*	0,3	-0,2	-0,3	0,3	0,5
11.	ноябрь	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	-0,4	-0,3	-0,4	0,2	-0,6	0,2	0,5
12.	декабрь	0,3	0,1	0,1	0,3	0,2	-0,1	-0,3	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,2	-0,3	0,4

* – значения фактора не регистрировались

Таблица 26 – Значения коэффициентов информативности климатических факторов «предшествующего» (2013–2022 гг.) эпидемического сезона, опосредованно влияющих на заболеваемость населения КГЛ (в 2014–2023 гг.) в Ставропольском крае

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов информативности													
		Максимальная температура воздуха (°С)	Минимальная температура воздуха (°С)	Средняя температура воздуха (°С)	Температура почвы на глубине 10 см (°С)	Температура почвы на глубине 40 см (°С)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	0,08	0,05	0,08	0,11	0,02	0,29	0,12	0,11	0,54	0,47	0,22	0,01	0,11	0,02
2.	февраль	0,07	0,11	0,04	0,06	0,01	0,09	0,15	0,00	0,05	0,44	0,08	0,02	0,08	0,06
3.	март	0,58	0,62	0,59	0,71	0,72	0,64	0,62	*	*	0,45	0,62	0,78	0,02	0,62
4.	апрель	0,92	0,86	0,96	0,72	0,68	0,62	0,64	*	*	0,48	0,64	0,89	0,03	0,73
5.	май	1,24	1,14	0,98	0,85	0,88	0,94	0,87	*	*	0,50	1,14	1,59	0,29	0,98
6.	июнь	1,04	1,26	1,12	1,04	1,14	1,22	1,14	*	*	0,47	1,22	1,51	0,04	1,18
7.	июль	1,24	1,23	0,98	0,94	0,98	1,14	1,28	*	*	0,47	1,48	1,12	0,06	0,95
8.	август	0,76	0,73	0,74	0,62	0,68	0,65	0,57	*	*	0,46	0,72	0,65	0,02	0,74
9.	сентябрь	0,51	0,66	0,51	0,48	0,46	0,23	0,20	*	*	0,49	0,46	0,54	0,01	0,63
10.	октябрь	0,18	0,18	0,18	0,24	0,38	0,38	0,31	*	*	0,44	0,44	0,52	0,10	0,13
11.	ноябрь	0,51	0,48	0,46	0,14	0,18	0,15	0,08	0,15	0,12	0,15	0,02	0,48	0,17	0,15
12.	декабрь	0,15	0,25	0,11	0,18	0,25	0,02	0,11	0,18	0,14	0,18	0,08	0,12	0,08	0,11

* – значения фактора не регистрировались

Полученные результаты соответствуют литературным данным [11, 57, 88, 162, 197]. Так, майские, июньские и июльские значения абиотических факторов (температурные показатели воздуха и почвы, NDVI) определяют процесс эмбриогенеза и жизнедеятельность личинок в соответствии с жизненным циклом этого вида клещей, представленным на рисунке 61.

Преимагинальные стадии *H. marginatum* уязвимы не только к избытку, но и к дефициту влаги (в почве и воздухе), приводящему к высыханию их хитинового покрова и гибели [88]. Высокая значимость NDVI также подтверждается многими авторами [46, 70, 247, 263, 286]. Этот показатель, кроме создания благоприятных микроклиматических условий для развития преимагинальных фаз клещей, также отражает урожайность сельскохозяйственных растений – кормовой базы для птиц и мелких млекопитающих. Высокий растительный покров, в свою очередь, обеспечивает не только их питание, но и укрытие, защиту от хищников, тем самым способствуя росту численности прокормителей личинок и нимф.

Результаты определения коэффициентов корреляции и информативности климатических факторов «текущего» эпидемического сезона представлены в таблицах 27–28.

Наиболее высокими значениями коэффициентов корреляции ($r= 0,8–0,9$, $p<0,05$) и информативности (от 1,59 до 0,85) при этом также характеризовались весенние и летние абиотические показатели, что также согласуется с литературными данными. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что значения климатических факторов в марте-апреле определяют начало активизации перезимовавших особей и их паразитирование на сельскохозяйственных животных [88, 162, 193]. От погодных условий в августе текущего года, влияющих на жизнедеятельность и активность имаго клещей *H. marginatum,* в свою очередь также зависит длительность эпидемического сезона и, как следствие, интенсивность проявлений эпидемического процесса КГЛ [88, 162, 193, 197].

Таблица 27 – Значения коэффициентов корреляции (r) климатических факторов «текущего» эпидемического сезона с численностью клещей *H. marginatum* и уровнем заболеваемости населения КГЛ (в 2014–2023 гг.) в Ставропольском крае

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов корреляции													
		Максимальная температура воздуха (°С)	Минимальная температура воздуха (°С)	Средняя температура воздуха (°С)	Температура почвы на глубине 10 см (°С)	Температура почвы на глубине 40 см (°С)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	0,2	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,4	-0,3	0,1	-0,1	0,2	0,1
2.	февраль	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	-0,4	-0,1	-0,3	0,4	0,1	-0,2	-0,2	-0,2	0,1
3.	март	**0,8**	**0,9**	**0,9**	**0,9**	**0,9**	**-0,9**	**-0,9**	*	*	-0,1	**-0,9**	**-0,9**	0,2	**0,9**
4.	апрель	**0,9**	**0,9**	**0,8**	**0,9**	**0,9**	**-0,9**	**-0,9**	*	*	0,1	**-0,8**	**-0,9**	-0,2	**0,9**
5.	май	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	-0,5	-0,5	*	*	0,1	0,5	-0,5	0,2	0,5
6.	июнь	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,5	0,5	*	*	0,2	0,5	0,5	0,2	0,5
7.	июль	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,5	0,5	*	*	0,1	0,5	0,5	0,2	0,5
8.	август	**0,8**	**0,9**	**0,9**	**0,9**	**0,8**	**-0,9**	**-0,9**	*	*	0,1	**0,9**	**-0,9**	-0,1	**0,9**
9.	сентябрь	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	-0,4	-0,2	*	*	-0,3	0,4	-0,4	-0,3	0,1
10.	октябрь	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	-0,1	-0,4	*	*	0,2	-0,4	-0,2	-0,3	0,4
11.	ноябрь	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	-0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,2
12.	декабрь	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	-0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,1

* – значения фактора не регистрировались

Таблица 28 – Значения коэффициентов информативности климатических факторов «текущего» эпидемического сезона, опосредованно влияющих на заболеваемость населения КГЛ (в 2014–2023 гг.) в Ставропольском крае

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов информативности													
		Максимальная температура воздуха (°C)	Минимальная температура воздуха (°C)	Средняя температура воздуха (°C)	Температура почвы на глубине 10 см (°C)	Температура почвы на глубине 40 см (°C)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
13.	январь	0,08	0,05	0,08	0,11	0,02	0,29	0,12	0,11	0,54	0,47	0,22	0,01	0,11	0,02
14.	февраль	0,07	0,11	0,04	0,06	0,01	0,09	0,15	0,00	0,05	0,44	0,08	0,02	0,08	0,06
15.	март	0,85	0,94	0,92	0,84	0,74	0,64	0,62	0,18	0,17	0,45	0,62	0,78	0,02	0,62
16.	апрель	0,92	0,86	0,96	0,72	0,68	0,62	0,64	*	*	0,48	0,64	0,86	0,03	0,64
17.	май	0,96	1,02	0,98	0,85	0,88	0,94	0,87	*	*	0,50	0,94	1,59	0,29	0,92
18.	июнь	1,01	1,26	1,12	1,18	1,14	1,22	1,16	*	*	0,47	1,22	1,51	0,04	1,18
19.	июль	1,24	1,23	0,92	0,94	1,12	1,32	1,28	*	*	0,47	1,48	1,02	0,06	0,95
20.	август	0,88	0,92	0,85	0,62	0,68	0,65	0,57	*	*	0,46	0,92	0,96	0,02	1,06
21.	сентябрь	0,51	0,66	0,51	0,48	0,46	0,23	0,20	*	*	0,49	0,46	0,54	0,01	0,63
22.	октябрь	0,18	0,18	0,18	0,24	0,38	0,38	0,31	*	*	0,44	0,44	0,52	0,10	0,13
23.	ноябрь	0,51	0,48	0,46	0,14	0,18	0,15	0,08	0,15	0,12	0,15	0,02	0,48	0,17	0,15
24.	декабрь	0,15	0,25	0,11	0,18	0,25	0,02	0,11	0,18	0,14	0,18	0,08	0,12	0,08	0,11

* – значения фактора не регистрировались

Вместе с тем следует отметить, что почти для всех климатических факторов зимних месяцев как предшествующего, так и текущего эпидемических сезонов были получены низкие коэффициенты корреляции и информативности. Это может быть объяснено тем, что в течение исследуемого периода числовые значения абиотических показателей зимой в Ставропольском крае находились примерно на одинаковом уровне и не выходили на длительный период за пределы значений, которые могут привести к гибели зимующих особей иксодовых клещей. В связи с этим косвенное влияние погодных условий зимних месяцев на уровень интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ, а также их различия в отдельных муниципальных и городских округах были незначительными.

Также невысокие показатели были получены для абиотических факторов осеннего периода. Согласно литературным данным, погодные условия сентября–ноября (особенно, температура воздуха и осадки) в глобальном масштабе способны оказать влияние на жизнедеятельность имаго и напитавшихся нимф. Однако в течение исследуемого периода выраженных отличий их значений (в том числе в разрезе отдельных муниципальных районов и городских округов) не наблюдалось (или они характеризовались недостаточно высокой степенью различия распределений при двух дифференцируемых выбранных пороговых уровнях заболеваемости). Однако в дальнейшем, в случае климатических изменений, информативность этих абиотических показателей может возрасти.

Кроме того, обращает внимание отсутствие неблагоприятного влияния погодных условий в 2020-2021 гг., которое могло бы опосредованно способствовать наблюдаемому снижению уровня заболеваемости КГЛ в Ставропольском крае в период пандемии COVID-19. Согласно данным таблиц 19 – 24 показатели климатических факторов не выходили за пределы среднемноголетних значений предшествующих лет.

Вместе с тем, установлено наличие неблагоприятного действия наиболее значимых климатических факторов на жизнедеятельность преимагинальных фаз и имаго *H. marginatum* в 2022-2023 гг., что могло привести к зарегистрированной в 2023 г. низкой интенсивности проявлений эпидемического процесса этой КИ.

Наибольшими отклонениями от среднемноголетних показателей 2013–2021 гг. (согласно сведениям таблиц 19–24) характеризовались количество выпавших осадков в мае (превышение на 68,7, и 73,4 % соответственно) и июне (дефицит на 45,3 и 50,9 % соответственно), а также относительная влажность воздуха (снижение на 21,9 и 22,7 % соответственно) и почвы на глубине 10 см (ниже на 35,9 и 36,8 % соответственно) и 40 см в июле (ниже на 25,8 и 27,8 % соответственно). Данные представлены на рисунках 62–65.

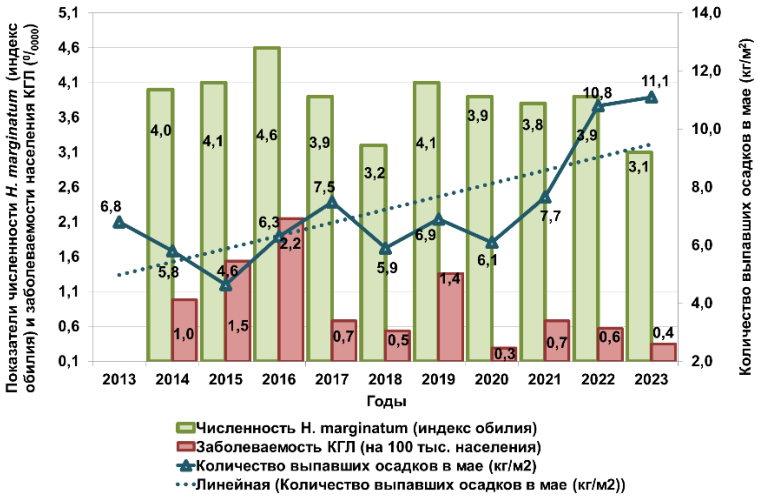


Рисунок 62 – Влияние количества выпавших осадков в мае (кг/м^2) на среднесезонную численность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Ставропольском крае

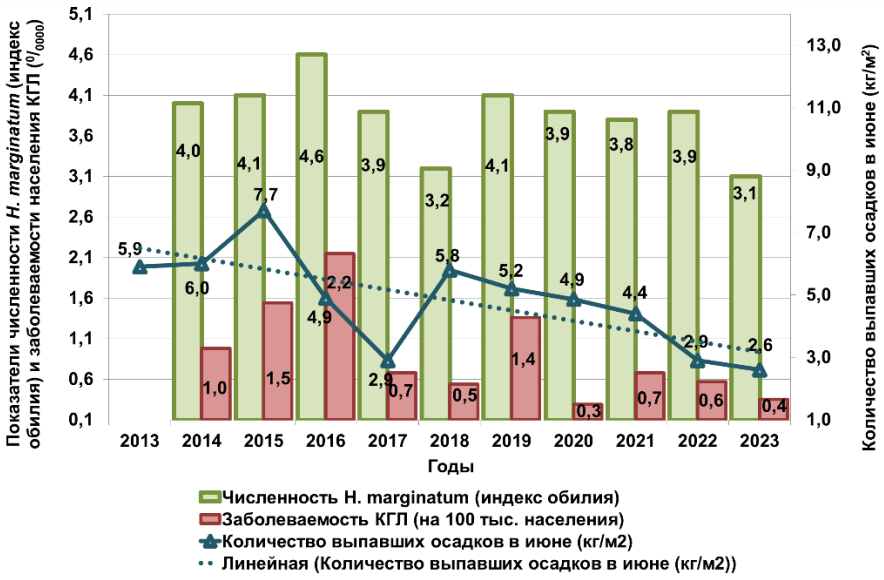


Рисунок 63 – Влияние количества выпавших осадков в июне (кг/м^2) на среднесезонную численность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Ставропольском крае

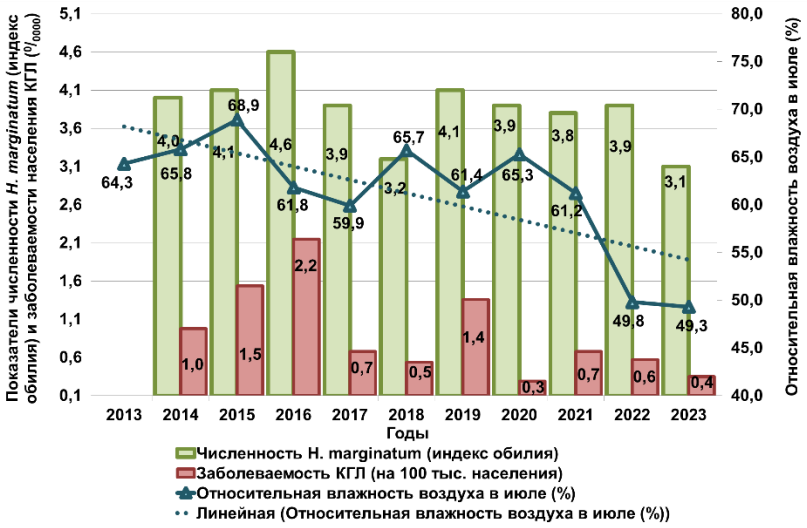


Рисунок 64 – Влияние относительной влажности воздуха в июле (%) на среднесезонную численность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Ставропольском крае

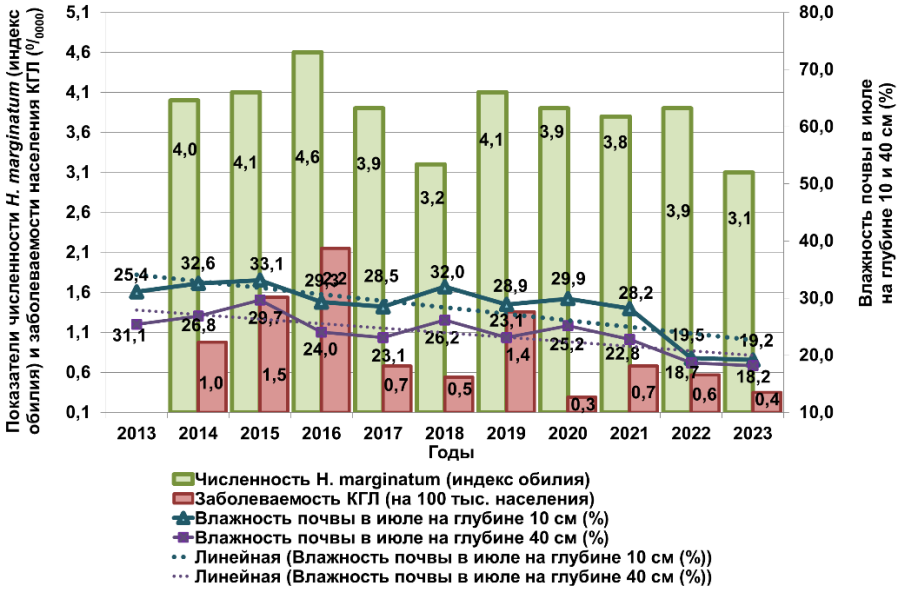


Рисунок 65 – Влияние влажности почвы в июле на глубине 10 и 40 см (%) на среднесезонную численность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Ставропольском крае

Таким образом, уровень заболеваемости КГЛ в Ставропольском крае в наибольшей степени опосредованно зависит от весенне-летних значений факторов как предшествующего, так и текущего года, влияющих на *H. marginatum* в соответствии с жизненным циклом клещей данного вида.

4.1.4. Анализ проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий в Ставропольском крае

Интенсивность проявлений эпидемического процесса КГЛ во многом зависит от выполнения комплекса профилактических мер. Акарицидные обработки, направленные на снижение численности клещей-переносчиков возбудителя этой КИ, и как следствие, на уменьшение риска заражения людей, в течение исследуемого периода на территории Ставропольского края проводились ежегодно согласно планам.

Так, в 2014–2023 гг. площади ежегодных противоклещевых обработок природных биотопов и пастбищ в среднем составили 74647,06 ± 3603,4 м^2 и 57488,97 ± 4638,2 м^2 соответственно. Однако, динамика их проведения характеризовалась тенденцией к снижению. Это подтверждается уравнениями регрессии, соответствующими линейным трендам y = -1258,496x + 81568,787 (R^2 = 0,112) и y = -3135,122x + 74732,14 (R^2 = 0,419) соответственно. Значения $T_{ср}$ убыли и средней абсолютной убыли составили для показателей обработок природных биотопов -0,037 и -2956,81, пастбищ – -0,105 и -5596,91. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. площади обработанных территорий уменьшились на 28,8 и 63,1 % соответственно. Наиболее высокие значения показателей обработок природных биотопов отмечались в 2014 г. – 92398,8 м^2 и самые низкие – в 2020 г. (60130,5 м^2), пастбищ – в 2014 г. (79799,4 м^2) и 2023 г. (29427,2 м^2) соответственно. Однако между показателями выполнения противоклещевых мероприятий с численностью *H. marginatum* и уровнями заболеваемости населения КГЛ выявлены слабые прямые корреляции – как для акарицидных обработок природных биотопов (r= 0,1 и 0,3, p>0,05), так и пастбищ (r= 0,4 и 0,3, p>0,05). Данные представлены на рисунке 66.

Кроме того, комплекс противоклещевых мероприятий включал проведение акарицидных обработок сельскохозяйственных животных – прокормителей *H. marginatum.* Так, в среднем в течение исследуемого периода, согласно плану, обработками ежегодно были охвачены 757574,3 ± 46045,7 и 1120984 ± 115001,1

голов крупного и мелкого рогатого скота соответственно. Однако, динамика их проведения также характеризовалась тенденцией к снижению (рисунок 67).

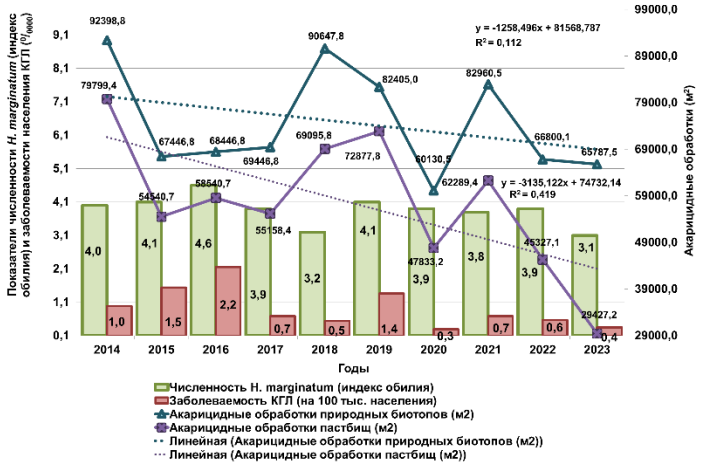


Рисунок 66 – Динамика проведения акарицидных обработок природных биотопов и пастбищ (м^2), численности *H. marginatum* (индекс обилия) и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

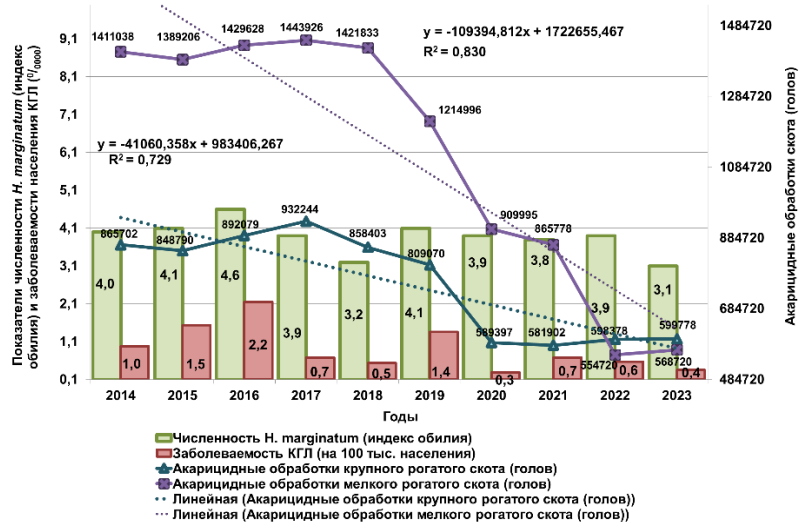


Рисунок 67 – Динамика проведения акарицидных обработок крупного и мелкого рогатого скота (голов), численности *H. marginatum* (индекс обилия) и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

Это подтверждается уравнениями регрессии, соответствующими линейным трендам y = -41060,358x + 983406,267 (R^2 = 0,729) и y = -109394,812x + 1722655,467 (R^2 = 0,830) соответственно. Значения $T_{ср}$ убыли и средней абсолютной убыли составили для показателей обработок крупного рогатого скота -0,04 и -29547,11, для мелкого -0,096 и -93590,89. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. количество голов сельскохозяйственных животных, охваченных акарицидными обработками,

уменьшилось на 30,7 и 59,7 % соответственно. Наиболее высокие значения показателей обработок крупного рогатого скота отмечались в 2017 г. (932244) и самые низкие – в 2014 г. (865702), мелкого рогатого скота – в 2017 г. (1443926) и 2022 г. (554720) соответственно. Однако, в течение исследуемого периода планы акарицидных обработок выполнялись в полном объёме, динамику их снижения можно объяснить уменьшением поголовья сельскохозяйственных животных (ранее представлено в разделе 4.1.2). Вместе с тем, между показателями выполнения акарицидных обработок крупного и мелкого рогатого скота с численностью *H. marginatum* и уровнями заболеваемости населения КГЛ выявлены слабые прямые корреляционные связи ($r= 0,4$, $p>0,05$).

Также показатели проведения акарицидных обработок природных биотопов, пастбищ крупного и мелкого рогатого скота характеризовались низкими (< 0,5) значениями коэффициентов информативности.

Среди профилактических мероприятий важное значение для предупреждения возникновения случаев заболевания КГЛ имеет информационно-разъяснительная работа с населением. Так, в течение исследуемого периода в среднем состоялось 46,7 ± 9,8 выступлений по телевидению и было опубликовано 98,8 ± 8,0 статей в местных газетах, направленных на повышение настороженности жителей Ставропольского края в отношении данной КИ. Вместе с тем, динамика проведения этих информационно-разъяснительных мероприятий также характеризовалось тенденцией к снижению. Это подтверждается уравнениями регрессии, соответствующими линейным трендам $y = -5,364x + 76,2$ ($R^2 = 0,275$) и $y = -6,848x + 136,467$ ($R^2 = 0,677$) соответственно. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. количество выступлений по телевидению уменьшилось на 49 %, публикаций в газетах – на 39,8 %. Значения $T_{ср}$ убыли и средней абсолютной убыли составили -0,072, -2,67 и -0,055, -4,78 для каждого вида информационно-разъяснительной работы соответственно. Наиболее высокие значения показателей отмечались в 2017 г. (98 и 124). Также в 2014–2023 гг. было подготовлено 105224,6 ± 6819,4 экземпляров раздаточных материалов (памяток и листовок), посвящённых путям заражения, клиническим симптомам и профилактике КГЛ. При этом динамика

данного показателя также характеризовалось тенденцией к снижению (y = -5555,939x + 135782,267 (R^2 = 0,609), $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,048 и -4623,78). В 2023 г. по сравнению с 2014 г. количество раздаточных материалов уменьшилось на 35,8 %. Наиболее высокие значения показателя отмечались в 2017 г. (138685), самые низкие – в 2023 г. (74625). Также большое внимание в Ставропольском крае уделялось проведению инструктажей среди контингентов групп риска (21952,7 ± 3748,3), которыми было охвачено 61597,6 ± 9512,8 человек. Однако в динамике отмечалось снижение данных показателей. Это подтверждается уравнениями регрессии, соответствующими линейным трендам y = -3586,103x + 41676,267 (R^2 = 0,839) и y = -9305,248x + 112776,467 (R^2 = 0,877). $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,178, -3317,11 и -0,159, -8807,22 соответственно. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. число инструктажей уменьшилось на 82,8 %, число проинструктированных лиц контингентов риска – на 79 %. Наиболее высокие значения показателей отмечались в 2018 г. (72557 и 138685), самые низкие – в 2023 г. (21073 и 74625). Вместе с тем, между показателями проведения информационно-разъяснительной работы и уровнями заболеваемости населения КГЛ выявлены слабые прямые корреляционные связи (r= 0,4, p>0,05). Данные представлены на рисунках 68-69.

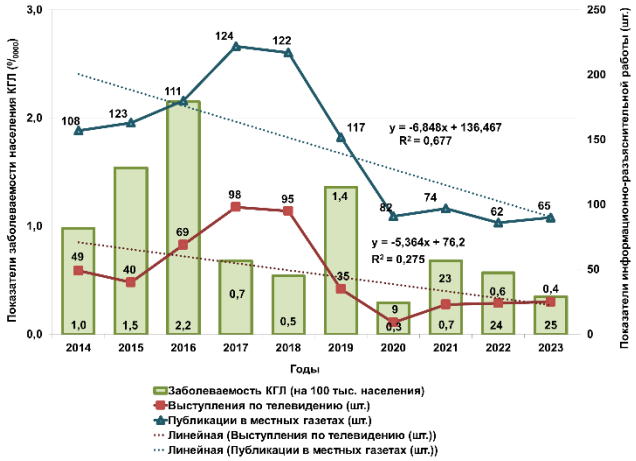


Рисунок 68 – Динамика проведения информационно-разъяснительной работы (выступлений по телевидению и публикаций в газетах) и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

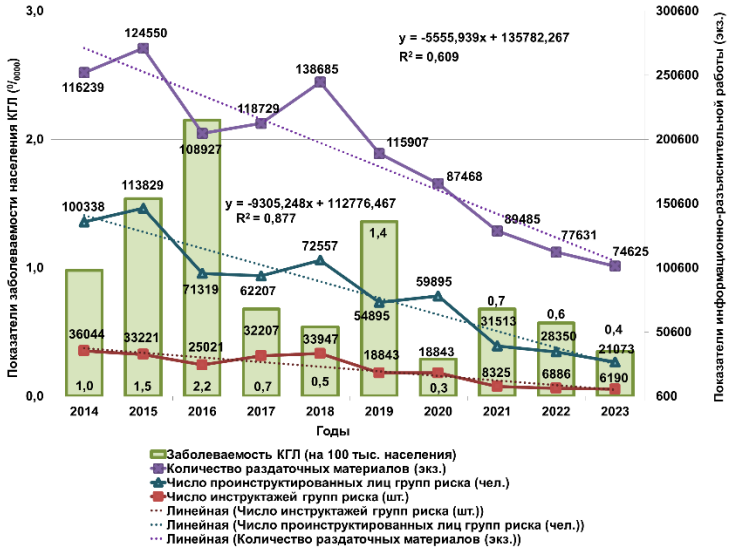


Рисунок 69 – Динамика проведения информационно-разъяснительной работы (инструктажей групп риска, подготовки раздаточных материалов) и заболеваемости населения КГЛ ($^{0}/_{0000}$) в Ставропольском крае (2014–2023 гг.)

В системе противоэпидемических мероприятий важное значение имеет раннее выявление больных КГЛ. Несвоевременность диагностики и назначения специфической терапии значительно увеличивает риск развития тяжелых осложнений и летального исхода.

Так, в течение исследуемого периода в Ставропольском крае с провизорной целью были госпитализированы 1959 человек. При этом динамика этого показателя характеризуется тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -21,218x + 312,6 (R^2 = 0,445). В 2023 г. по сравнению с 2014 г. значение показателя уменьшилось на 25,5 % ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,032 и -5,78 соответственно). Наибольшее количество провизорных госпитализаций отмечалось в 2015-2016 гг. (321 и 372), также характеризующихся наибольшим числом выявленных больных КГЛ. Выраженное снижение числа лиц, госпитализированных по провизорным показаниям, наблюдалось в период пандемии COVID-19 в 2020-2021 гг. (50 и 102 соответственно), наиболее вероятные причины которого были рассмотрены ранее в разделе 1.1 Главы 1. Однако, значения этого показателя после стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19 (в 2022-2023 гг.) по-прежнему были значительно ниже допандемийного уровня 2014–2019 гг. (252,8 ± 30,9) на 45,4 и

39,9 % соответственно. Между количеством провизорных госпитализаций и числом больных КГЛ выявлены сильные прямые корреляционные связи (r= 0,9, p<0,05). Данные представлены на рисунке 70.

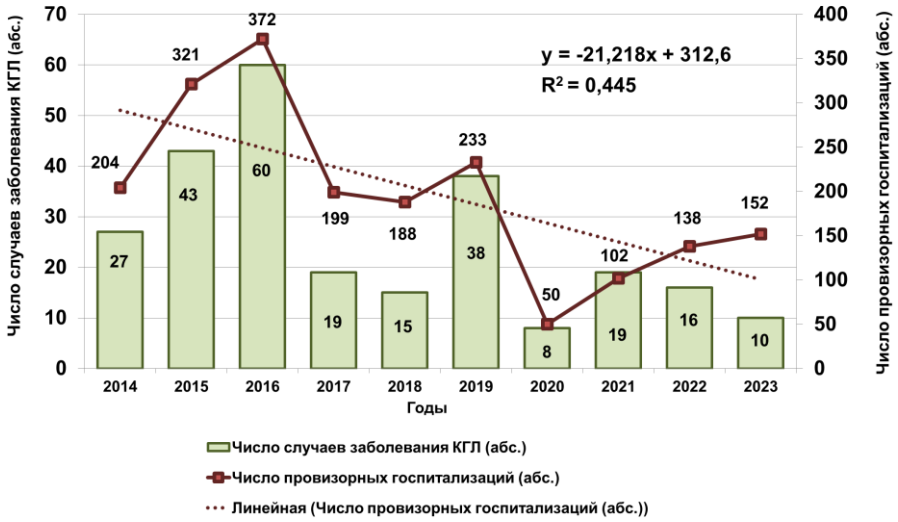
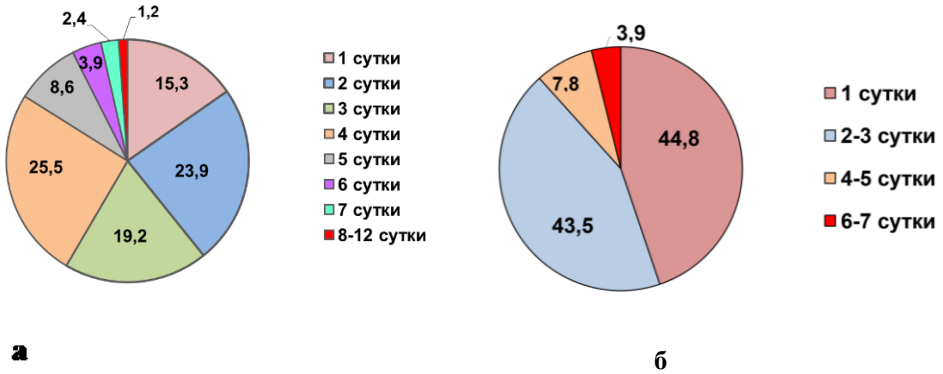


Рисунок 70 – Динамика количества провизорных госпитализаций и числа больных КГЛ в Ставропольском крае (2014 –2023 гг.)

Вместе с тем, своевременность назначения специфической терапии зависит не только от раннего выявления больных медицинскими работниками, но и от сроков обращения самих больных в ЛПО. Так, установлено, что 41,6 % заболевших этой КИ в Ставропольском крае обратились за медицинской помощью по истечении трех суток от начала заболевания. Причиной этого могла стать недостаточная настороженность населения в отношении КГЛ (рисунок 71).



а б

Рисунок 71 – Сроки обращения заболевших КГЛ за медицинской помощью после возникновения клинических симптомов (а) и изменения неверных предварительных диагнозов (б) в Ставропольском крае (%) с 2014 по 2023 г.

При обращении за медицинской помощью верный предварительный диагноз «КГЛ?» с последующим экстренным направлением на госпитализацию в инфекционные отделения ЛПО сразу был поставлен лишь 39,6 % пациентов. Большая часть заболевших (50,6 %) поступали на стационарное лечение с диагнозом «ОРВИ» (из них «ОРВИ. Токсико-аллергическая реакция на укус клеща» составила только 37,2 %). Данные представлены на рисунке 72.

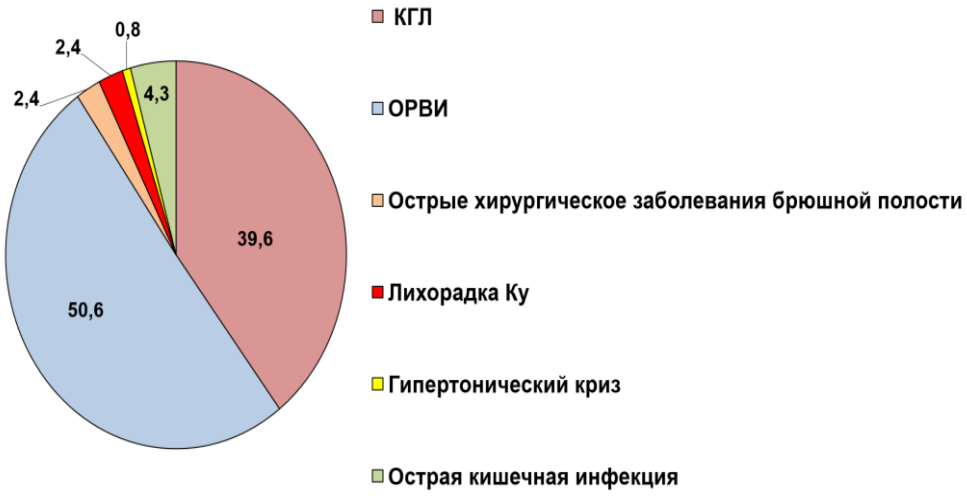


Рисунок 72 – Структура предварительных диагнозов у больных КГЛ в Ставропольском крае (%) с 2014 по 2023 г.

При этом неверные предварительные диагнозы в течение первых суток после госпитализации были изменены у 44,8 % больных КГЛ (с последующим назначением специфической этиотропной и патогенетической терапии с коррекцией гемостаза). Данные представлены на рисунке 71.

Таким образом, полученные результаты анализа данных по срокам обращаемости заболевших после возникновения первых симптомов КГЛ, провизорным госпитализациям, структуре ошибочных диагнозов при направлении пациентов на стационарное лечение, а также сроков их изменения после госпитализации свидетельствуют о недостаточно высоком уровне настороженности жителей и медицинского персонала Ставропольского края в отношении этой опасной эндемичной для юга России КИ.

4.2. Характеристика эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Астраханской области (2014–2023 гг.)

4.2.1. Эпидемиологические особенности Крымской геморрагической лихорадки в Астраханской области

Всего в Астраханской области с 2014 по 2023 г. было выявлено 32 больных КГЛ. Среднемноголетний уровень заболеваемости этой КИ составил 0,3 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$, что соответствует аналогичному показателю по югу России (0,3 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$) и превышает значение по стране в целом (0,06 ± 0,01$^{0}/_{0000}$) в пять раз. Летальность составила 6,3 %. Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса в Астраханской области (по сравнению с регионом) не характеризуется столь выраженной тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = 0,017 x + 0,205 (R^2 = 0,026). $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -1 и 0 соответственно. Наиболее высокая заболеваемость населения отмечалась в 2019 г. (1,2 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$), самая низкая – в 2015 г. (0,1 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$). В 2014 и 2021 гг. случаев КГЛ в субъекте не было зарегистрировано. Показатели заболеваемости КГЛ в Астраханской области, так же, как и по региону в целом, почти не возросли после стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19, (средние значения составили 0,1 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$ и 0,2 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$ в 2020-2021 гг. и в 2022-2023 гг. соответственно), что ниже допандемийного уровня 2014–2019 гг. (0,4 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$) в два раза. Данные представлены на рисунке 73.

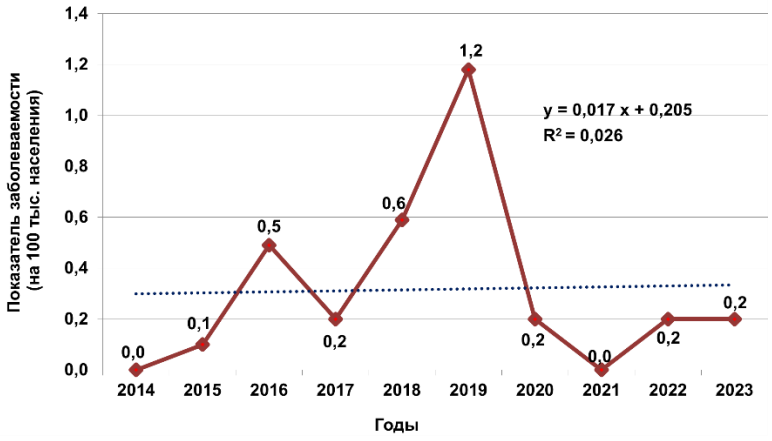


Рисунок 73 – Динамика заболеваемости КГЛ в Астраханской области в 2014–2023 гг. ($^{0}/_{0000}$)

Циркуляция вируса ККГЛ была лабораторно подтверждена на территории почти всех административных районов, но больные этой КИ были зарегистрированы только в восьми из них [224–234]. При этом большинство случаев было выявлено в пяти районах данного субъекта (рисунок 74).

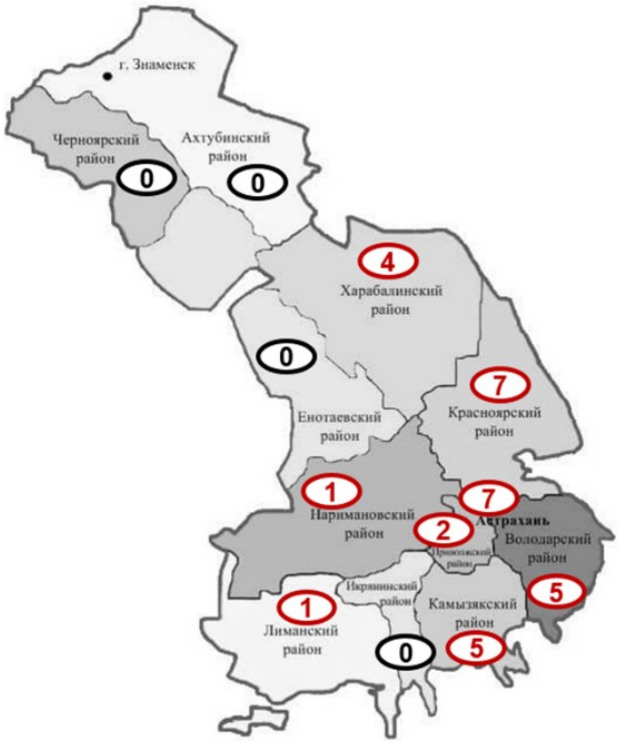


Рисунок 74 – Распределение случаев заболевания КГЛ по административным территориям Астраханской области (2014–2023 гг.)

Но наиболее высокими среднемноголетними показателями заболеваемости характеризовались Красноярский (1,9 ± 0,7 $^{0}/_{0000}$) и Камызякский (1,07 ± 0,5 $^{0}/_{0000}$) административные районы, расположенные в пределах пустынной и дельтовой ландшафтных зон. Данные представлены в таблице 29.

Период регистрации больных КГЛ в Астраханской области в 2014–2023 гг. продолжался с апреля по июнь, что несколько короче продолжительности эпидемического сезона, характерного для этой нозологической формы КИ. Первые больные начинали регистрироваться с первой-второй декады мая. Пик заболеваемости отмечался в июне (62,5 %).

Таблица 29 – Показатели заболеваемости КГЛ в административных районах Астраханской области с 2014 по 2023 г. ($^0/_{0000}$)

№ п/п	Наименование административного района	Годы										Средний показатель
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1.	Астрахань	0,00	0,00	0,19	0,00	0,19	0,75	0,00	0,00	0,00	0,20	0,13 ± 0,1
2.	Ахтубинский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,0
3.	Володарский	0,00	0,00	6,30	0,00	0,00	2,14	2,16	0,00	0,00	0,00	1,06 ± 0,6
4.	Енотаевский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,0
5.	Икрянинский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,0
6.	Камызякский	0,00	2,07	0,00	2,10	0,00	4,31	2,17	0,00	0,00	0,00	1,07 ± 0,5
7.	Красноярский	0,00	0,00	2,71	2,68	2,70	5,42	0,00	0,00	5,50	0,00	1,90 ± 0,7
8.	Лиманский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34 ± 0,3
9.	Наримановский	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21 ± 0,2
10.	Приволжский	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,35 ± 0,2
11.	Харабалинский	0,00	0,00	0,00	0,00	4,94	4,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99 ± 0,7
12.	Черноярский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,0
Среднее		0,0	0,1	0,5	0,2	0,6	1,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,3 ± 0,1

Раннее начало сезона регистрации проявлений эпидемического процесса наблюдалось в 2019 г., когда первый больной был выявлен в третьей декаде апреля, позднее – в 2015 г. (со второй декады июня). Данные представлены на рисунке 75.

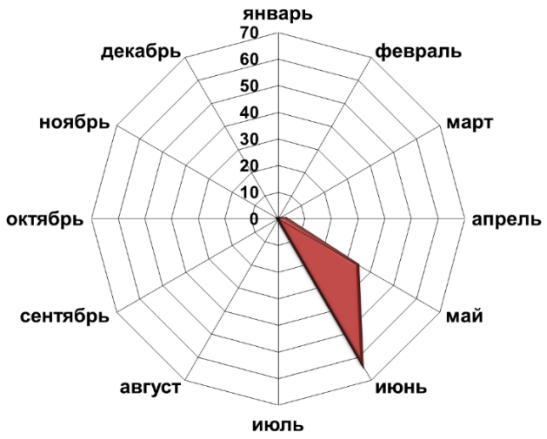


Рисунок 75 – Сезонность КГЛ (число выявленных больных в %) в Астраханской области с 2014 по 2023 г.

Результаты анализа возрастного состава больных этой КИ в Астраханской области свидетельствуют, что проявлений эпидемического процесса среди детского населения не отмечалось. Наибольшую долю среди заболевших (78,1 %) составили лица трудоспособного возраста от 20 до 59 лет. Данные представлены на рисунке 76.

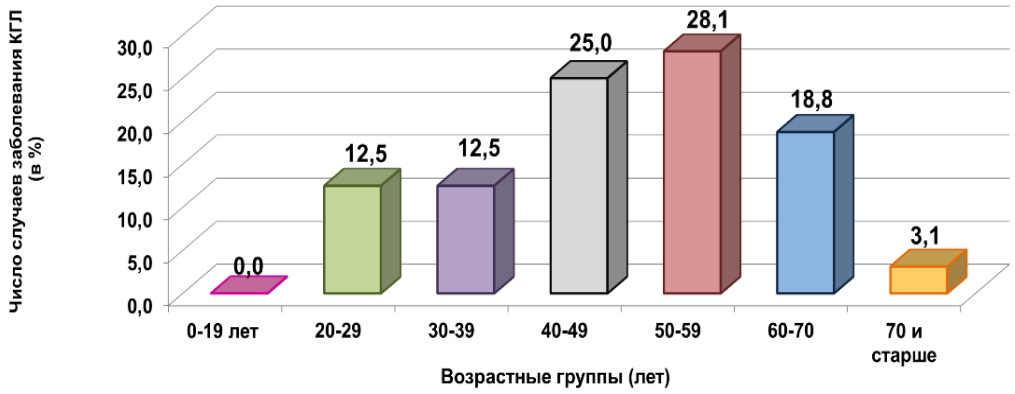


Рисунок 76 – Возрастная структура больных КГЛ в Астраханской области с 2014 по 2023 г. (%)

Также было установлено, что случаи КГЛ значительно чаще выявлялись среди жителей сельской местности (75 %) с преобладанием мужчин (68,8 %).

Результаты анализа профессионального и социального состава больных КГЛ в Астраханской области свидетельствуют, что половину из них составили лица, занимающиеся животноводством (в том числе владельцы личных подсобных хозяйств) и подвергающиеся присасыванию членистоногих переносчиков возбудителя этой КИ при уходе за сельскохозяйственными животными. Суммарно на долю заболевших КГЛ работников агропромышленного комплекса (полеводов (овощеводов), животноводов и механизаторов) пришлось 59,4 % (рисунок 77).

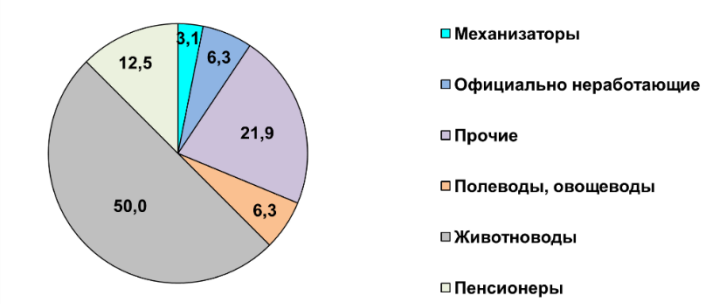


Рисунок 77 – Социально-профессиональная структура больных КГЛ в Астраханской области с 2014 по 2023 г. (%)

Установлено, что инфицирование возбудителем этой КИ в Астраханской области также преимущественно происходило при реализации трансмиссивного механизма (93,8 %) инокуляционным (63,3 %) или контаминационным (36,7 %) путями (преимущественно во время ухода за сельскохозяйственными животными

– 65,6 %). На присасывание клещей во время выполнения полевых работ или отдыха на территории природных биотопов указывали 18,8 и 9,4 % заболевших соответственно. Только в 6,3 % случаев условия, механизм и путь передачи вируса ККГЛ остались невыясненными (больные отрицали возможный контакт с членистоногими переносчиками возбудителя этой КИ). Условия инфицирования возбудителем КГЛ представлены на рисунке 78.

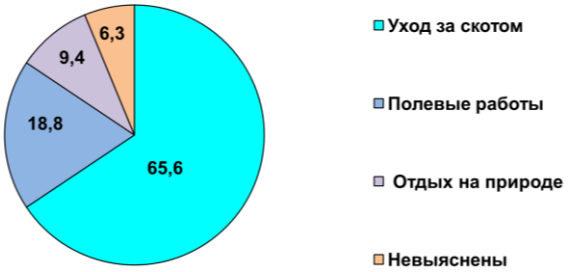


Рисунок 78 – Условия инфицирования возбудителем КГЛ в Астраханской области с 2014 по 2023 г. (%)

Во всех случаях диагноз «КГЛ» был подтверждён лабораторными методами исследования – ПЦР (21,9 %), ИФА (6,3 %) или их сочетанием (71,9 %).

В Астраханской области, в отличие от региона в целом, согласно результатам анализа клинической структуры КГЛ, превалировали случаи с тяжёлым течением (68,8 %) и проявлениями геморрагического синдрома (65,6 %). Больных с лёгкими формами этой КИ в течение исследуемого периода выявлено не было. Данные представлены на рисунках 79 и 80.



Рисунок 79 – Структура тяжести течения КГЛ у больных в Астраханской области в 2014–2023 гг. (%)

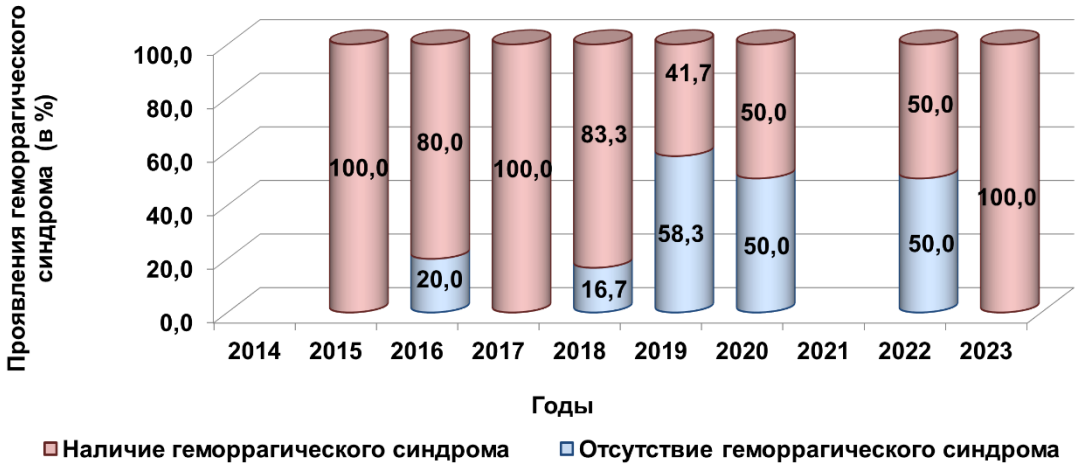


Рисунок 80 – Структура клинических форм КГЛ у больных в Астраханской области в 2014–2023 гг. г. (%)

Таким образом, выявленные эпидемиологические особенности КГЛ в Астраханской области – превалирование на фоне относительно невысокой заболеваемости случаев с тяжёлыми геморрагическими формами, а также регистрация проявлений эпидемического процесса преимущественно в пяти административных районах при активной циркуляции вируса ККГЛ почти на всей территории субъекта могут свидетельствовать о недостаточном выявлении больных с лёгким (среднетяжёлым без проявлений геморрагического синдрома) течением данной КИ. Это также обусловливает выбор Астраханской области в качестве второго модельного субъекта для изучения факторов, влияющих на формирование эпидемиологической ситуации по КГЛ и последующей разработки предложений по оптимизации эпидемиологического надзора за этой КИ (в том числе на основе применения «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей).

4.2.2. Анализ мониторинга клещей-переносчиков возбудителя Крымской геморрагической лихорадки в Астраханской области

Согласно результатам многочисленных исследований, основным переносчиком вируса ККГЛ на территории Астраханской области являются клещи *H. marginatum.* Время начала их активности и показатели численности в значительной мере определяют продолжительность и интенсивность проявлений эпидемического процесса этой КИ [88, 206]

Так, активная жизнедеятельности перезимовавших *H. marginatum* и их питание на сельскохозяйственных животных в разные годы начинались в начале марта-апреля. При этом первые случаи заболевания КГЛ обычно регистрировали только через 1-1,5 месяца. Более раннее возникновение (III декада апреля – I декада мая) и рост числа больных этой КИ преимущественно наблюдались в годы с активизацией клещей во I – II декаде марта. При обнаружении *H. marginatum* с I–II декады апреля заболеваемость населения была низкая или не регистрировалась. Данные представлены на рисунке 81.

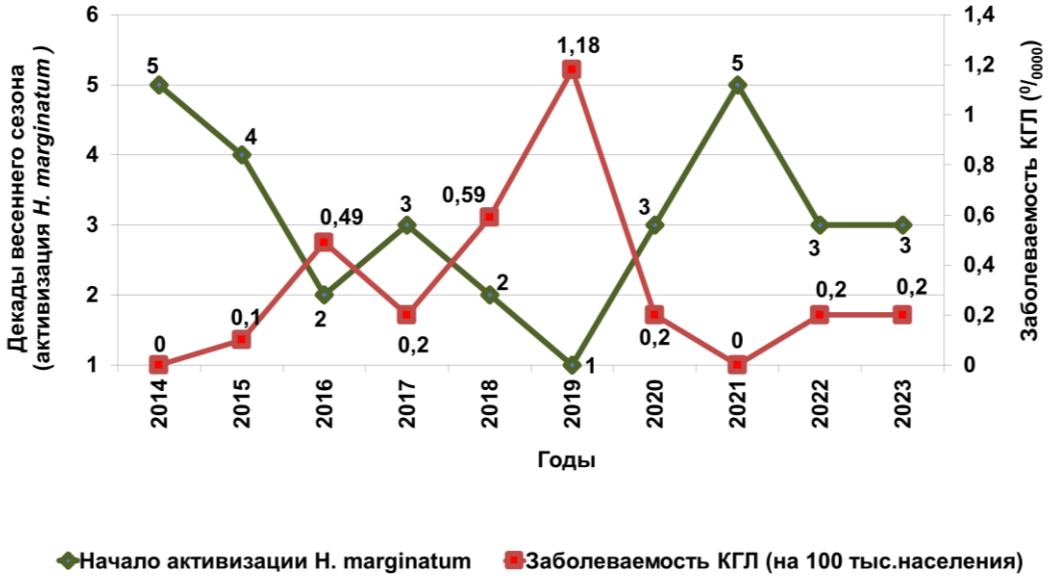


Рисунок 81 – Сроки начала активизации *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Также была установлена прямая сильная корреляционная зависимость показателей заболеваемости населения КГЛ от среднесезонной численности *H. marginatum* (r=0,8, p<0,05). Среднемноголетний уровень численности клещей этого вида в Астраханской области составил 3,2 ± 0,3. Наиболее высокие значения отмечались в 2019 г. В целом динамика численности *H. marginatum* характеризовалась тенденцией к росту, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = 0,122x + 2,54 (R^2 = 0,199). Так, в 2023 г. по сравнению с 2014 г. показатель численности клещей возрос на 70,6 % ($T_{ср}$ прироста и средний абсолютный прирост составили 0,061 и 0,13 соответственно). При этом обращает внимание отсутствие снижения численности *H. marginatum* в период пандемии COVID-19, характеризовавшийся низким средним уровнем заболеваемости населения КГЛ. Значения этого показателя в 2020-2021 гг. (3,7 ± 0,5), напротив, были выше допандемийного уровня 2014–2019 гг. (3,1 ± 0,4) на 19,4 %. Уменьшение численности *H. marginatum* по сравнению со средним значением предыдущих трёх лет 2020–2022 гг. (3,5 ± 0,3) на 17,1 % было выявлено в 2023 г. Данные представлены на рисунке 82.

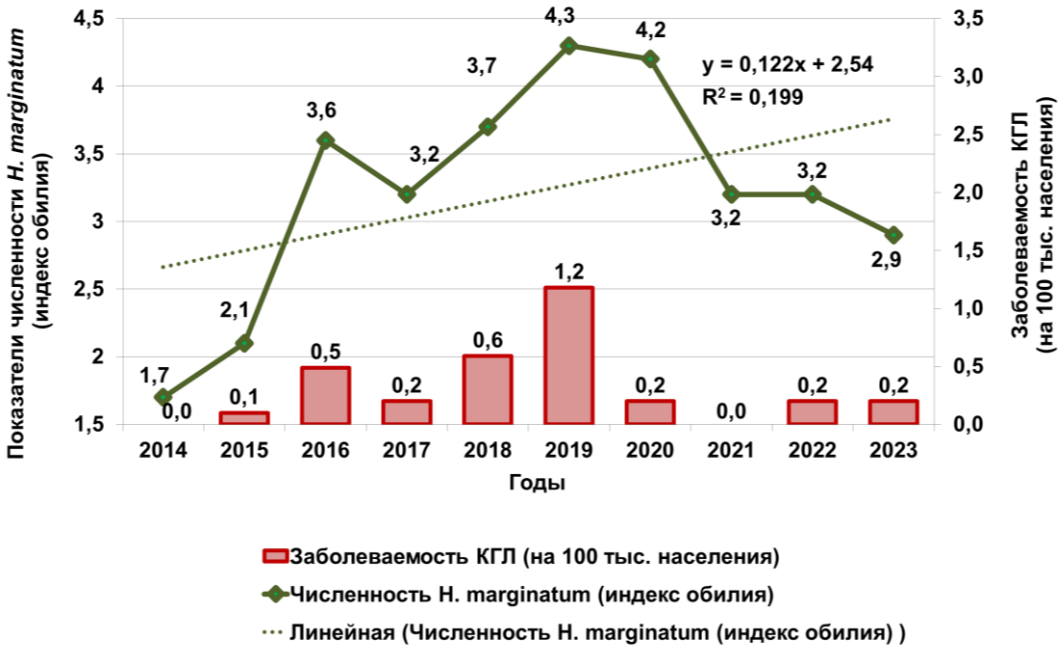


Рисунок 82 – Динамика численности *H. marginatum* (индекс обилия) и заболеваемости населения КГЛ в Астраханской области ($^0/_{0000}$) в 2014–2023 гг.

Согласно данным многих исследований, численность *H. marginatum* в свою очередь, зависит от величин поголовья их прокормителей – сельскохозяйственных животных. Так, в Астраханской области динамика поголовья крупного рогатого скота характеризовалась тенденцией к росту, что соответствует линейному тренду y = 2,274 x + 276,413 (R^2 = 0,763). $T_{ср}$ прироста и средний абсолютный прирост составили 0,008 и 2,13 соответственно. Величина показателя в 2023 г. была выше среднемноголетнего значения за период исследования (288,3 ± 2,5) на 2,2 %.

Динамика поголовья мелкого рогатого скота, напротив, характеризовалась некоторой тенденцией к снижению, что соответствует линейному тренду y = -17,361 x + 1471,953 (R^2 = 0,493). $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,002 и -2,31 соответственно. Однако, в 2023 г. по сравнению с 2014 г. численность поголовья уменьшилась всего лишь на 1,5 %. Причем количество мелкого рогатого скота в 2023 г., по сравнению со средним значением предыдущих трёх лет 2020–2022 гг. (1285,1 ± 4,1) возросло на 5,4 %.

Однако, между величиной поголовья как крупных, так и мелких сельскохозяйственных животных с показателями численности *H. marginatum* выявлены слабые прямые корреляционные связи (r=0,3 и 0,04 соответственно, p>0,05). Данные представлены на рисунках 83 и 84. Также эти факторы характеризовались низкими (< 0,5) значениями коэффициентов информативности.

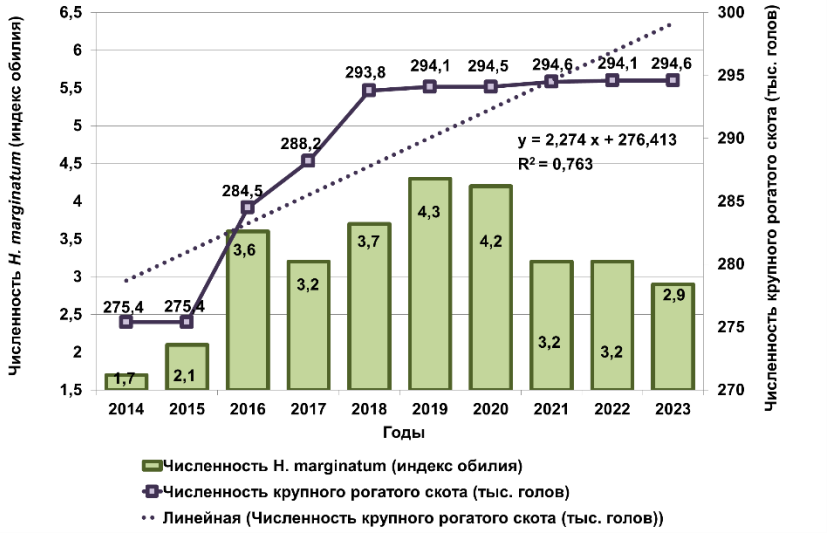


Рисунок 83 – Динамика численности крупного рогатого скота (голов) и *H. marginatum* (индекс обилия) в Астраханской области (2014–2023 гг.)

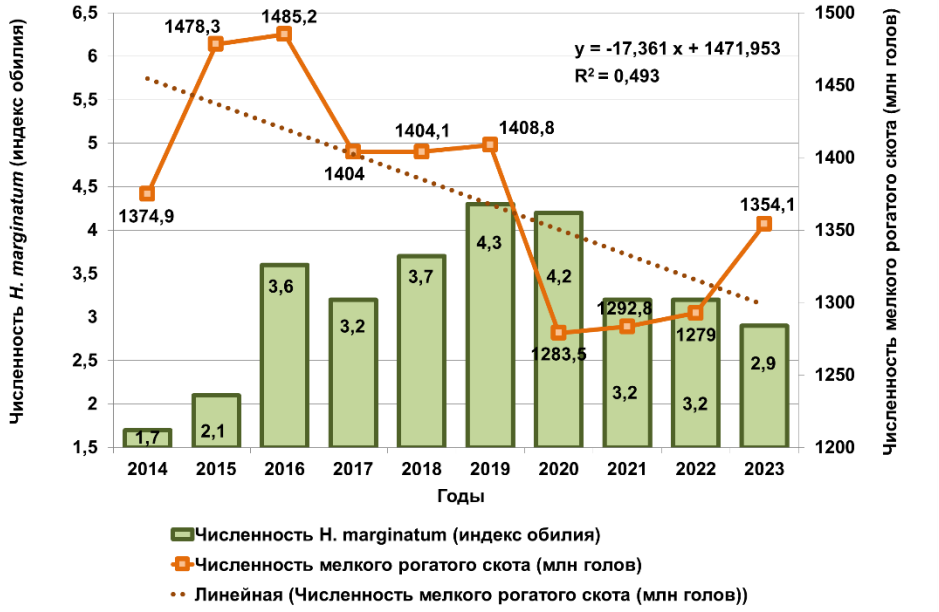


Рисунок 84 – Динамика численности мелкого рогатого скота (голов) и *H. marginatum* (индекс обилия) в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Важное значение имеет также учёт числовых значений обращаемости людей в ЛПО для удаления присосавшихся клещей. Это обусловлено тем, что данный фактор отражает не только численность и активность членистоногих переносчиков возбудителя КГЛ, но и интенсивность контактов населения с природным очагом этой КИ. Между численностью *H. marginatum* и этим показателем установлена прямая корреляционная зависимость (r=0,6, p>0,05) средней силы. Так, в 2014–2023 гг. в среднем было зарегистрировано 243,6 ± 20,5 $^{0}/_{0000}$ обращений. Динамика этого показателя характеризовалась тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -12,667x + 313,259 (R^2 = 0,221), $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,011 и -1,86 соответственно. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. число обращений населения ($^{0}/_{0000}$) снизилось на 9,6 %. Наиболее высокая обращаемость наблюдалась в 2019 г. (362,4 ± 5,9 $^{0}/_{0000}$), самая низкая (в отличие от региона в целом) – в 2022 г. (156,5 ±4,1 $^{0}/_{0000}$) и 2023 г. (157,3 ± 4,1 $^{0}/_{0000}$). Выявлена прямая корреляционная зависимость средней силы (r=0,6, p>0,05) интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ ($^{0}/_{0000}$) от величины этого показателя (рисунок 85).

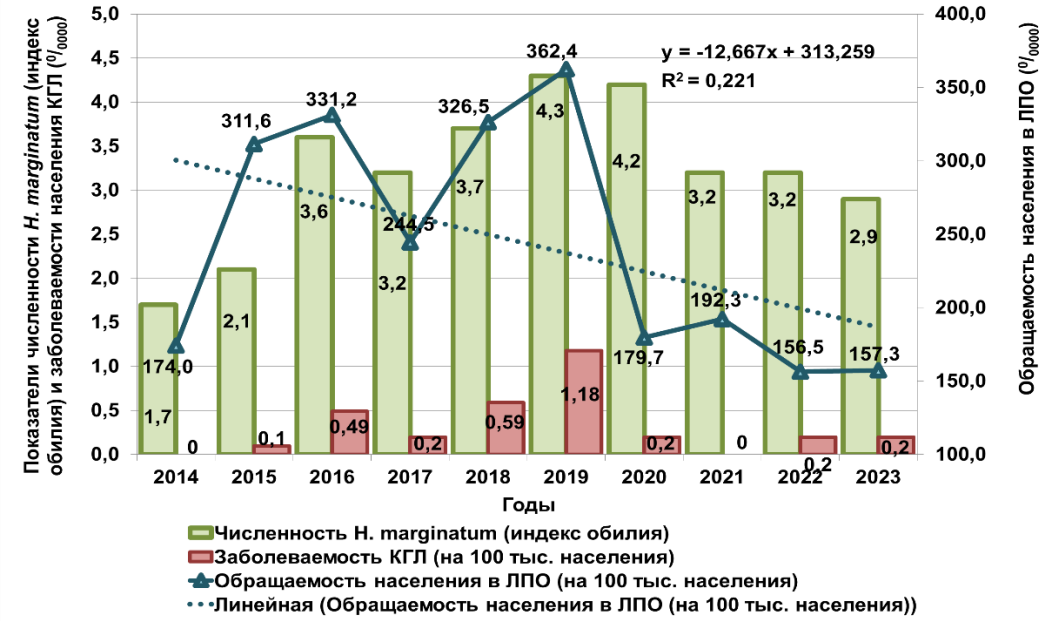


Рисунок 85 – Показатели обращаемости населения в ЛПО для удаления присосавшихся клещей ($^0/_{0000}$), заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) и численности *H. marginatum* (индекс обилия) в Астраханской области в 2014–2023 гг.

Однако при сравнении показателей обращаемости населения в медицинские учреждения для удаления присосавшихся клещей и заболеваемости КГЛ в разрезе административных территорий Астраханской области в отдельные годы и в целом в течение периода исследования выявлено определённое несоответствие (таблицы 30-31). Это также отражает невысокая информативность (< 0,5) данного фактора. Так, например, показатели обращаемости в Приволжском районе (где уровни заболеваемости ниже), превышают показатели Камызякского и Красноярского районов, лидирующих по интенсивности проявлений эпидемического процесса этой КИ. Вместе с тем, высокой обращаемостью жителей для удаления присосавшихся клещей характеризовался Ахтубинский район, несмотря на отсутствие в 2014–2023 гг. зарегистрированных случаев заболевания КГЛ на его террритории. Возможная причина наблюдаемых несоответствий может заключаться в том, что жители районов с более высокой заболеваемостью и низкой обращаемостью чаще самостоятельно удаляли присосавшихся клещей (фактические показатели могут превышать официально зарегистрированные в ЛПО).

Таблица 30 – Ежегодные показатели обращаемости в ЛПО по поводу присасывания иксодовых клещей ($^0/_{0000}$) и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) по административным территориям Астраханской области в 2014–2023 гг.

№ п/п	Административные территории	Годы																				**Среднее**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость
1	Астрахань	143,2	0,0	240,1	0,0	247,1	0,2	203,6	0,0	289,6	0,2	314,1	0,7	160,4	0,0	170,7	0,0	155,8	0,0	150,2	0,2	**207,5**	**0,1**
2	Ахтубинский	147,1	0,0	322,2	0,0	303,6	0,0	111,5	0,0	229,2	0,0	274,0	0,0	116,8	0,0	165,6	0,0	128,1	0,0	101,0	0,0	**189,9**	**0,0**
3	Володарский	133,1	0,0	230,9	0,0	323,6	6,3	322,1	0,0	335,6	0,0	334,5	2,1	240,1	2,2	230,4	0,0	154,0	0,0	115,1	0,0	**241,9**	**1,1**
4	Енотаевский	88,1	0,0	180,7	0,0	247,6	0,0	147,4	0,0	133,8	0,0	104,1	0,0	117,2	0,0	24,4	0,0	28,7	0,0	63,9	0,0	**113,6**	**0,0**
5	Икрянинский	165,0	0,0	353,5	0,0	385,9	0,0	268,7	0,0	363,5	0,0	372,6	0,0	146,4	0,0	180,8	0,0	156,4	0,0	126,9	0,0	**252,0**	**0,0**
6	Камызякский	189,0	0,0	327,4	2,1	351,2	0,0	372,1	2,1	491,2	0,0	506,3	4,3	238,6	2,2	239,7	0,0	179,7	0,0	175,2	0,0	**307,0**	**1,1**
7	Красноярский	317,0	0,0	508,3	0,0	725,1	2,7	407,4	2,7	437,2	2,7	721,2	5,4	278,4	0,0	314,5	0,0	101,7	5,5	221,5	0,0	**403,2**	**1,9**
8	Лиманский	184,3	0,0	376,9	0,0	455,6	0,0	237,6	0,0	291,0	0,0	323,6	3,4	137,0	0,0	149,1	0,0	268,2	0,0	236,2	0,0	**265,9**	**0,3**
9	Наримановский	243,2	0,0	322,6	0,0	411,2	0,0	337,8	0,0	286,6	2,1	331,8	0,0	157,7	0,0	219,4	0,0	265,9	0,0	196,2	0,0	**277,2**	**0,2**
10	Приволжский	376,3	0,0	546,5	0,0	558,3	0,0	475,1	0,0	583,6	2,0	732,1	0,0	394,1	0,0	326,3	0,0	172,0	0,0	219,7	1,5	**438,4**	**0,3**
11	Харабалинский	349,1	0,0	897,8	0,0	768,6	0,0	419,5	0,0	738,0	4,9	743,6	5,0	346,9	0,0	422,5	0,0	18,2	0,0	176,3	0,0	**488,1**	**1,0**
12	Черноярский	60,9	0,0	178,1	0,0	190,3	0,0	72,4	0,0	83,7	0,0	26,7	0,0	37,9	0,0	43,6	0,0	197,0	0,0	51,5	0,0	**94,2**	**0,0**
13	ЗАТО Знаменск	136,9	0,0	216,8	0,0	220,6	0,0	115,1	0,0	141,1	0,0	166,2	0,0	59,9	0,0	138,1	0,0	221,3	0,0	254,0	0,0	**167,0**	**0**
	Среднее	**174,0**	**0**	**311,6**	**0,1**	**331,2**	**0,5**	**244,5**	**0,2**	**326,5**	**0,6**	**362,4**	**1,2**	**179,7**	**0,2**	**192,3**	**0**	**156,5**	**0,2**	**157,3**	**0,2**	**243,6**	**0,3**

Таблица 31 – Среднемноголетние показатели обращаемости населения в ЛПО ($^0/_{0000}$) по поводу присасывания клещей и заболеваемости КГЛ ($^0/_{0000}$) по административным территориям Астраханской области с 2014 по 2023 г.

№	Административные территории	Среднемноголетний показатель обращаемости в ЛПО	Среднемноголетний показатель заболеваемости КГЛ
1.	Астрахань	207,5 ± 19,6	0,1 ± 0,1
2.	Ахтубинский	189,9 ± 26,8	0,0 ± 0,0
3.	Володарский	241,9 ± 27,2	1,1 ± 0,6
4.	Енотаевский	113,6 ± 21,7	0,0 ± 0,0
5.	Икрянинский	252,0 ± 34,0	0,0 ± 0,0
6.	Камызякский	307,0 ± 39,0	1,1 ± 0,5
7.	Красноярский	403,2 ± 64,3	1,9 ± 0,7
8.	Лиманский	265,9 ± 31,8	0,3 ± 0,3
9.	Наримановский	277,2 ± 24,1	0,2 ± 0,2
10.	Приволжский	438,4 ± 55,0	0,3 ± 0,2
11.	Харабалинский	488,1 ± 90,7	1,0 ± 0,7
12.	Черноярский	94,2 ± 21,3	0,0 ± 0,0
13.	ЗАТО Знаменск	167,0 ± 19,0	0,0 ± 0,0
	Среднее	243,6 ± 25,8	0,3 ± 0,1

Всего с 2014 по 2023 г. в Астраханской области было исследовано 48 785 экземпляров *H. marginatum* (4495 пулов), собранных с крупного и мелкого рогатого скота. Из них методами ИФА и ПЦР были исследованы 2290 и 2205 пулов соответственно.

Результаты лабораторных исследований *H. marginatum* методом ИФА (2014–2023 гг.) представлены на рисунке 86.

За весь период исследования антиген вируса ККГЛ был обнаружен в 1,3 % пулов клещей *H. marginatum,* среднее количество положительных результатов составило всего лишь 1,0 ± 0,30 %. Между долей положительных пулов *H. marginatum* (в %), исследованных методом ИФА, и показателями заболеваемости КГЛ ($^0/_{0000}$) обнаружена слабая прямая корреляционная связь ($r=0,4$, $p>0,05$). Данные представлены на рисунке 87.



Рисунок 86 – Результаты лабораторных исследований *H. marginatum* методом ИФА в Астраханской области (2014–2023 гг.)

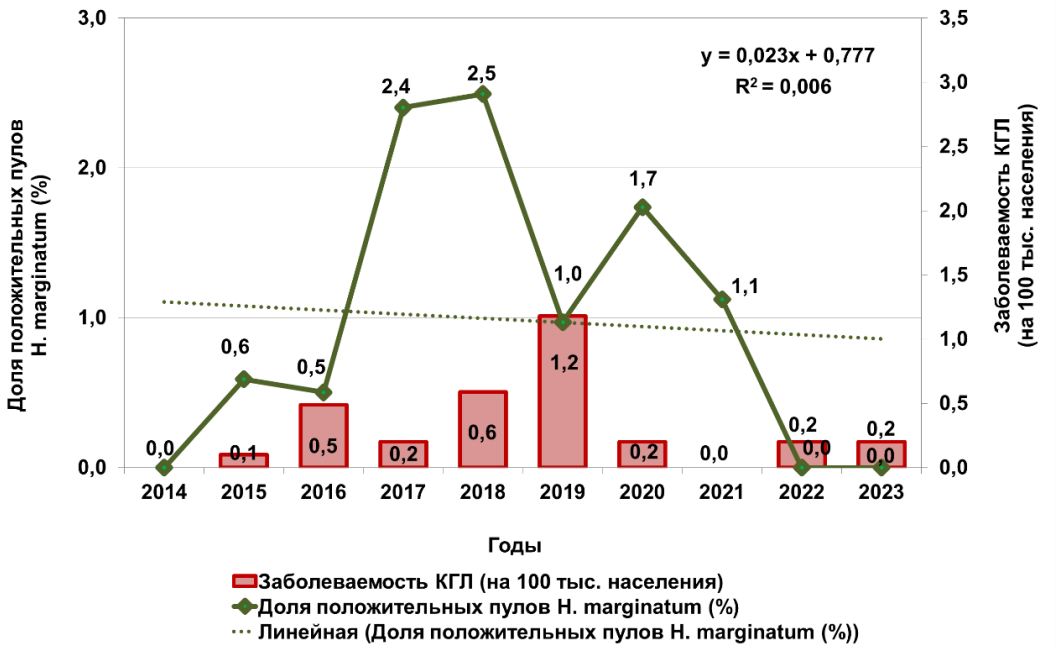


Рисунок 87 – Динамика положительных результатов исследования (%) *H. marginatum* методом ИФА и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Отсутствие выраженной связи между данными показателями также подтверждается выраженным несоответствием между уровнями заболеваемости КГЛ и обнаружением антигена её возбудителя в пробах клещей по одному и тому же административному району (таблица 32).

Таблица 32 – Положительные результаты лабораторных исследований клещей методом ИФА (%) и показатели заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) по административным территориям Астраханской области в 2014–2023 гг.

№ п/п	Административные территории	Годы																				**Всего**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты
1	Астрахань	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	*	0,2	50,0	0,7	*	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,2	*	**0,1**	**18,2**
2	Ахтубинский	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	**0,0**	**1,3**
3	Володарский	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	*	0,0	0,0	2,1	0,0	2,2	1,7	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	**1,1**	**0,5**
4	Енотаевский	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	1,2	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**1,0**
5	Икрянинский	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	**0,0**	**1,0**
6	Камызякский	*	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	*	4,3	*	2,2	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	**1,1**	**0,0**
7	Красноярский	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	2,7	3,4	2,7	1,3	5,4	*	0,0	1,3	0,0	0,0	5,5	*	0,0	*	**1,9**	**0,9**
8	Лиманский	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	**0,3**	**0,3**
9	Наримановский	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	*	0,0	5,6	0,0	*	0,0	*	0,0	*	**0,2**	**3,9**
10	Приволжский	0,0	*	0,0	5,7	0,0	100	0,0	*	2,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	1,5	*	**0,3**	**4,3**
11	Харабалинский	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	4,9	9,4	5,0	2,6	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,0**	**2,3**
12	Черноярский	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**
	Всего	**0**	**0,0**	**0,1**	**0,6**	**0,5**	**0,5**	**0,2**	**2,4**	**0,6**	**2,5**	**1,2**	**1,0**	**0,2**	**1,7**	**0,0**	**1,1**	**0,2**	**0,0**	**0,2**	0,0	**0,3**	**1,3**

*– лабораторные исследования клещей не проводились

Так, например, в Камызякском районе часто отмечались случаи этой КИ при отсутствии положительных результатов лабораторных исследований клещей. Напротив, антиген вируса ККГЛ периодически обнаруживался в пробах полевого материала, собранного на территории Енотаевского района, где больные КГЛ не были ни разу зарегистрированы в течение всего периода исследования (2014–2023 гг.).

Результаты исследования лабораторных исследований *H. marginatum* методом ПЦР (2014–2023 гг.) представлены на рисунке 88. РНК вируса ККГЛ за период 2014–2023 гг. была выделена из 13,2 % пулов клещей *H. marginatum,* среднее количество положительных результатов составило 12,0 ± 3,6 %.

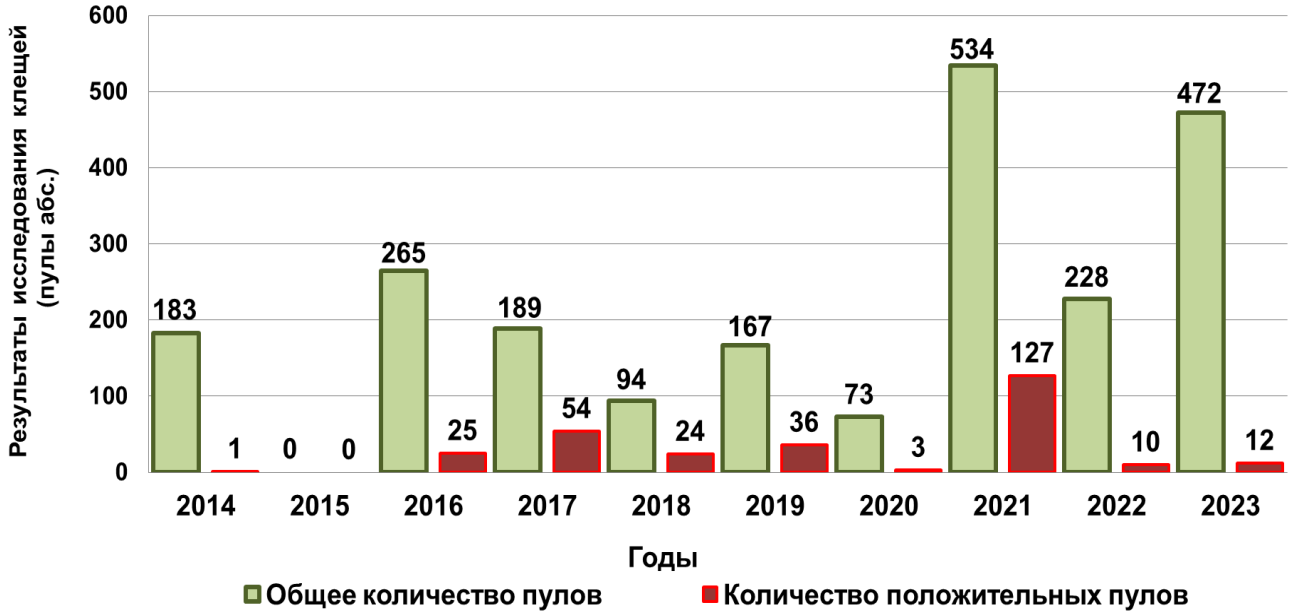


Рисунок 88 – Результаты лабораторных исследований *H. marginatum* методом ПЦР в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Между долей положительных пулов *H. marginatum* (в %), исследованных методом ПЦР, и показателями заболеваемости КГЛ ($^{0}/_{0000}$) была обнаружена слабая прямая корреляционная связь ($r=0,5$, $p>0,05$). Данные представлены на рисунке 89.

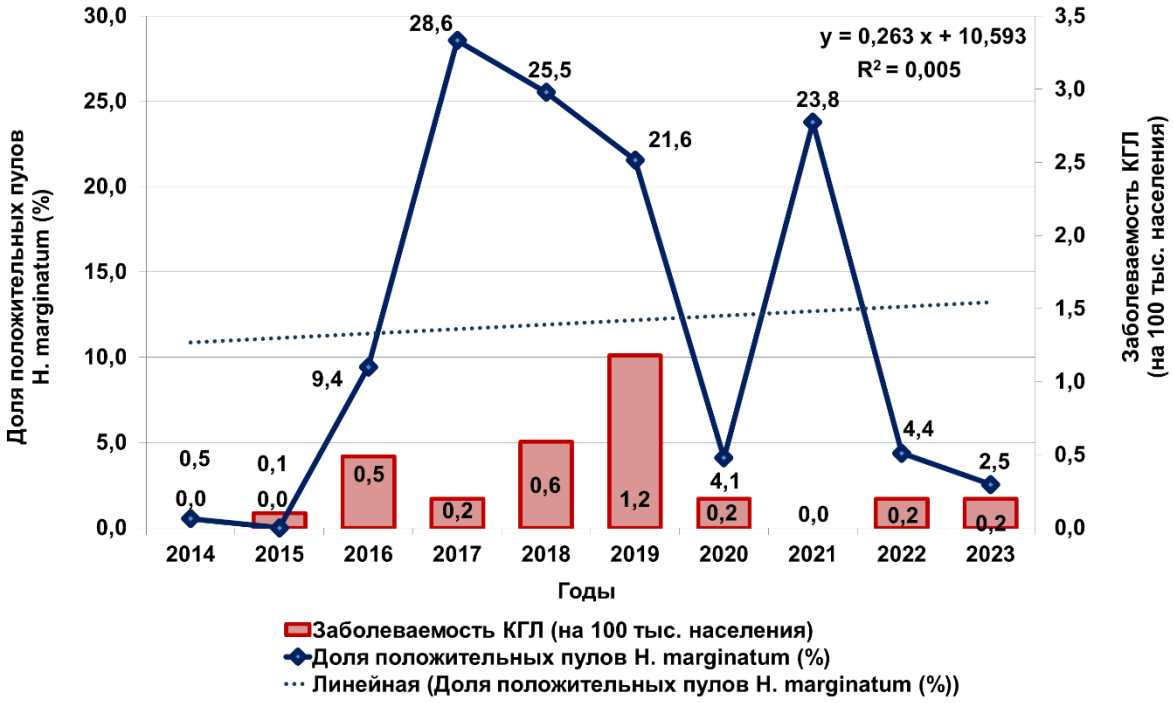


Рисунок 89 – Динамика положительных результатов исследования (%) *H. marginatum* методом ПЦР и заболеваемости населения КГЛ ($^{0}/_{0000}$) в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Отсутствие выраженной связи между данными показателями также подтверждается выраженным несоответствием между выявлением больных КГЛ и обнаружением РНК её возбудителя в пробах клещей по одному и тому же административному району (таблица 33).

Так, например, в Володарском районе и г. Астрахани в разные годы отмечались случаи заболевания КГЛ при отсутствии положительных результатов лабораторных исследований клещей. Напротив, РНК вируса ККГЛ часто обнаруживалась в пробах полевого материала, собранного на территории Икрянинского района, где больные КГЛ не были ни разу зарегистрированы в течение всего периода исследования (2014–2023 гг.)

Таблица 33 – Положительные результаты лабораторных исследований клещей методом ПЦР (%) и показатели заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) по административным территориям Астраханской области в 2014–2023 гг.

№ п/п	Административные территории	Годы																				**Всего**	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты	Заболеваемость	Результаты
1	Астрахань	0,0	*	0,0	*	0,2	*	0,0	*	0,2	0	0,7	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0,2	*	0,1	*
2	Ахтубинский	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
3	Володарский	0,0	0,0	0,0	*	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	*	2,1	0,0	2,2	0,0	0	8,3	0,0	13,3	0,0	27,8	1,1	**6,7**
4	Енотаевский	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	**0,0**
5	Икрянинский	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	41,7	0,0	33,3	0,0	1,7	0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**7,9**
6	Камызякский	0,0	*	2,1	*	0,0	42,9	2,1	75,0	0,0	71,4	4,3	0,0	2,2	*	0	0,0	0,0	*	0,0	36,8	1,1	**19,8**
7	Красноярский	0,0	2,8	0,0	*	2,7	22,0	2,7	47,4	2,7	16,7	5,4	52,7	0,0	40,0	0	6,2	5,5	0,0	0,0	0,0	1,9	**18,8**
8	Лиманский	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	14,3	0,0	0,0	3,4	25,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	**0,9**
9	Наримановский	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	14,3	2,1	70,6	0,0	0,0	0,0	*	0	40,0	0,0	11,6	0,0	0,0	0,2	**17,3**
10	Приволжский	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	50,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	*	0	3,3	0,0	0,0	1,5	0,0	0,3	**13,3**
11	Харабалинский	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	18,2	4,9	0,0	5,0	41,7	0,0	*	0	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	**22,9**
12	Черноярский	0,0	0,0	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	*	0	*	0,0	*	0,0	0,0	0,0	**0,0**
	Всего	**0**	**0,5**	**0,1**	*	**0,5**	**9,4**	**0,2**	**28,6**	**0,6**	**25,5**	**1,2**	**27,5**	**0,2**	**4,1**	**0**	**23,8**	**0,2**	**4,4**	**0,2**	**2,5**	**0,3**	**13,7**

*– лабораторные исследования клещей не проводились

Рассчитанные коэффициенты информативности для показателей результатов лабораторных исследований *H. marginatum* методами ИФА и ПЦР на уровне отдельных административных районов также были низкими (< 0,5).

Кроме того, в 2014–2023 гг. индивидуально методом ПЦР были исследованы 3359 имаго иксодовых клещей, снятых с людей. Но положительные результаты составили лишь 0,5 % (рисунок 90).



Рисунок 90 – Результаты лабораторных исследований клещей, снятых с людей, методом ПЦР с 2014 по 2023 гг. (данные предоставлены ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Астраханской области»)

Всего РНК вируса ККГЛ была выделена из 20 особей *H. marginatum*:

- в 2016 г. – в г. Астрахани (1);
- в 2017 г. – в г. Астрахани (5), Приволжском и Харабалинском районах – 2 и 1 соответственно;
- в 2018 г. – в г. Астрахани (2) и Приволжском районе (2);
- в 2019 г. – в г. Астрахани (2) и Харабалинском районе (2).

Однако развития манифестной формы заболевания КГЛ у людей после присасывания инфицированных клещей не отмечалось.

4.2.3. Оценка комплексного влияния климатических факторов на жизнедеятельность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения Крымской геморрагической лихорадкой в Астраханской области

Астраханская область, выбранная в качестве второго модельного субъекта, в целом характеризуется климатическими условиями, также подходящими для жизнедеятельности *H. marginatum,* но при этом обладает рядом ландшафтно-гидрологических особенностей. Большая часть данного региона расположена в зоне полупустынь и пустынь (рисунок 91).

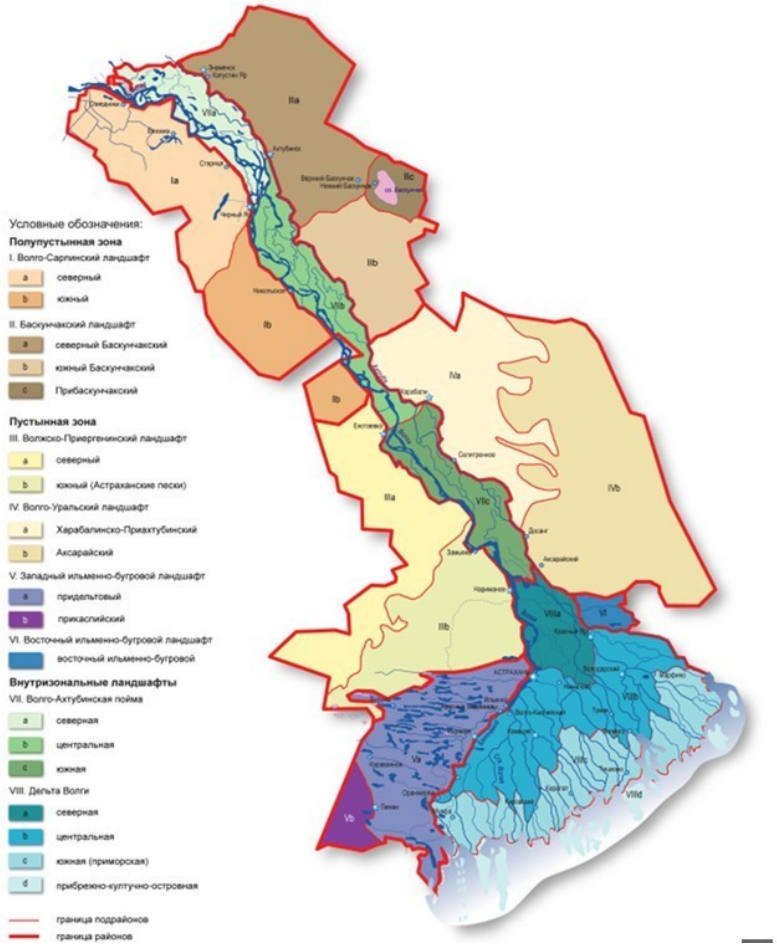


Рисунок 91 – Ландшафтно-географические зоны Астраханской области[14]

В первую очередь следует отметить резко континентальный климат, характеризующийся очень жарким летом и холодной зимой, что (согласно

[14] https://www.kadastr.org/conf/2015/pub/infoteh/ispolzovanie-gis-tehnologij-v-landshaftovedenii.htm

литературным данным), способно оказать отрицательное влияние как на сохранение жизнеспособности личинок, нимф, так и зимующих особей при чрезмерно высоких или низких значениях температуры воздуха и почвы [88, 263, 286]. Дефицит осадков и низкая влажность воздуха летних месяцев может приводить к сухости почвы и, как следствие, к гибели преимагинальных фаз [88, 162, 199]. Скудный растительный покров на территории пустынной зоны способен не только отрицательно повлиять на развитие клещей (отсутствие благоприятных микроклиматических условий), но и послужить причиной недостаточной кормовой базы их прокормителей [88, 187,199]. Кроме того, ежегодное половодье и частые весенне-летние паводки (когда большая часть многих районов находится в затопленном состоянии) также, в свою очередь, зачастую оказывают неблагоприятное действие на все стадии жизненного цикла *H. marginatum* и опосредованно определяют более короткий период регистрации больных КГЛ – с апреля по июнь [199, 224–234].

Принципы проведения анализа климатических факторов для Астраханской области были аналогичны применяемым для оценки показателей, влияющих на переносчиков возбудителя КГЛ (и косвенно определяющих уровень заболеваемости этой КИ), на примере Ставропольского края. Для каждого абиотического фактора с учётом его действия на стадии жизненного цикла *H. marginatum* (рисунок 61 раздела 4.1.3) в 2014–2023 гг. в предшествующем (с 2013 по 2022 г.) и текущем (с 2014 по 2023 г.) эпидемических сезонах были рассчитаны коэффициенты корреляции и (в разрезе административных районов) информативности.

Ежемесячные показатели климатических факторов, зарегистрированные в течение исследуемого периода, а также результаты их корреляционного анализа и расчётов величин коэффициентов информативности представлены в таблицах 34–43.

Таблица 34 – Числовые значения температуры воздуха (средней, максимальной, минимальной) в Астраханской области в 2013–2023 гг. (°С)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средняя температура воздуха (°С)												
2013	-5,2	-4,9	3,2	11,1	18,6	22,9	25,9	25,1	18,3	11,7	3,4	-3,1
2014	-4,7	-5,2	4,6	12,8	19,2	23,3	26,3	28,1	21,0	11,9	5,7	-0,4
2015	-3,9	-3,5	6,7	13,7	21,2	23,9	27,9	29,6	18,9	11,6	4,5	0,9
2016	-2,6	0,3	5,0	13,0	19,6	27,2	27,2	28,9	18,1	8,9	3,1	-0,2
2017	-3,4	-2,1	3,2	11,2	21,8	25,9	28,2	24,9	19,7	11,2	3,8	1,1
2018	-2,2	0,5	4,2	11,7	22,5	27,8	29,9	27,1	18,5	9,6	3,3	1,4
2019	-0,3	1,1	3,7	11,5	21,4	28,3	27,3	25,5	18,1	9,4	3,2	1,5
2020	-2,9	1,2	3,8	11,5	21,6	26,2	27,6	25,9	18,3	10,3	3,1	0,2
2021	-3,1	-0,5	3,7	11,1	19,7	26,1	27,5	25,7	18,1	10,1	2,9	0,1
2022	-3,5	-2,4	1,2	10,4	20,6	26,4	27,1	24,1	19,2	11,1	4,5	-0,3
2023	-3,6	-2,6	4,3	12,8	20,9	26,5	27,3	27,5	19,6	11,8	4,6	0,1
Максимальная температура воздуха (°С)												
2013	-2,9	-2,6	7,6	14,8	22,8	26,8	30,4	31,5	25,8	17,3	6,9	-2,8
2014	-2,5	-1,7	9,3	16,6	23,9	27,9	31,1	34,6	26,9	18,4	7,2	0,1
2015	-2,2	-0,6	9,8	17,9	27,5	28,1	34,2	35,4	26,4	17,4	6,9	2,9
2016	-0,5	1,1	9,4	16,8	25,2	32,0	33,7	34,8	22,2	13,0	5,9	1,5
2017	-1,9	0,8	7,9	14,9	27,9	31,4	34,8	31,3	24,9	16,9	6,4	3,1
2018	0,2	1,5	9,1	16,4	28,4	32,1	35,4	34,2	23,0	13,2	5,9	3,4
2019	2,2	3,8	8,2	15,9	26,7	33,5	32,9	33,9	23,1	13,3	5,1	1,8
2020	-0,8	0,6	8,5	15,8	26,2	31,3	33,2	33,4	23,3	13,4	5,9	1,9
2021	-1,1	1,2	9,2	16,1	25,9	30,7	33,1	33,8	20,4	13,2	5,8	1,7
2022	-1,1	0,3	3,3	14,3	25,3	31,2	33,4	29,8	25,1	15,8	7,1	1,6
2023	-1,4	0,8	9,1	17,1	25,4	31,3	33,5	34,3	25,2	15,9	7,2	1,3
Минимальная температура воздуха (°С)												
2013	-7,2	-8,4	0,9	4,5	12,4	15,4	18,9	18,9	14,5	6,9	1,9	-7,7
2014	-6,9	-8,3	2,0	8,2	12,8	16,7	19,8	21,1	15,4	8,9	2,9	-5,3
2015	-6,1	-6,8	2,4	8,6	14,9	17,3	22,0	22,6	15,0	8,2	2,1	-0,5
2016	-4,8	-3,9	2,1	8,4	13,7	19,7	21,0	21,2	12,9	4,6	0,9	-4,0
2017	-5,6	-4,4	1,1	6,3	15,2	18,2	22,6	19,1	13,3	8,1	1,2	-0,2
2018	-3,7	-1,1	1,9	7,8	16,3	19,9	23,6	20,1	13,2	6,3	0,8	0,1
2019	-2,2	-1,0	1,2	6,9	13,9	20,5	20,9	19,6	13,1	6,1	0,3	-3,6
2020	-4,9	-4,8	1,5	7,1	14,1	18,7	21,2	19,9	13,2	6,9	1,2	-3,5
2021	-5,2	-4,3	1,1	6,9	14,2	18,8	20,9	19,1	12,2	6,2	1,0	-3,0
2022	-5,6	-4,4	0,9	4,7	14,3	18,8	21,1	18,0	14,2	7,5	1,5	-3,3
2023	-5,2	-4,9	1,8	7,7	14,4	18,7	21,2	20,9	14,3	7,6	2,1	-3,4

Таблица 35 – Числовые значения температуры почвы (на глубине 10 и 40 см) в Астраханской области в 2013–2023 гг. (°С)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Температура почвы на глубине 10 см (°С)												
2013	-6,9	-6,8	2,2	9,6	17,2	22,2	25,6	24,2	20,0	12,9	4,3	-4,1
2014	-4,0	-5,3	4,1	11,4	17,8	22,0	26,1	27,1	20,8	13,2	5,6	-1,4
2015	-3,9	-3,0	6,0	12,5	20,1	23,1	27,5	28,3	20,4	12,7	4,7	0,9
2016	-1,9	0,5	4,3	11,9	18,2	25,7	26,6	27,4	17,7	8,8	2,7	0,8
2017	-3,1	-2,5	2,9	9,9	20,3	23,9	27,9	24,5	18,9	10,1	3,8	1,2
2018	-1,7	0,8	3,8	10,2	20,9	25,9	28,6	26,7	18,0	9,3	3,5	1,6
2019	0,2	1,0	3,4	10,1	19,1	26,6	26,7	24,6	18,2	9,7	3,6	0,9
2020	-2,9	-1,5	3,5	10,2	19,2	24,6	27,0	25,8	18,3	9,8	3,2	0,8
2021	-2,8	-1,9	0,2	3,3	18,6	24,3	27,1	26,2	16,8	7,5	0,2	0,8
2022	-3,2	-1,8	0,7	9,2	19,2	24,5	26,8	23,8	18,8	10,1	3,9	0,2
2023	-3,4	-2,9	3,9	10,3	19,3	24,2	26,9	27,1	19,4	10,6	4,2	0,3
Температура почвы на глубине 40 см (°С)												
2013	-3,4	-6,8	1,3	7,2	14,9	18,9	23,9	23,4	13,7	13,9	6,2	-2,7
2014	-2,6	-5,4	3,3	9,2	15,2	19,5	24,9	25,8	14,6	14,6	7,0	-0,1
2015	-2,1	-4,8	5,5	10,3	16,4	20,2	25,8	26,8	14,1	14,1	6,4	1,3
2016	-0,4	-1,1	3,5	9,5	15,7	22,1	24,8	25,9	10,6	11,4	5,2	0,7
2017	-1,4	-2,6	1,8	7,7	16,7	21,4	26,0	24,4	11,9	13,7	5,8	2,1
2018	-0,8	-0,9	2,4	8,9	17,4	22,4	26,5	25,4	11,4	11,9	4,8	2,8
2019	0,4	1,2	2,2	8,6	16,2	23,3	24,8	24,5	10,7	11,5	4,9	1,2
2020	-1,2	-2,4	2,1	8,8	16,1	21,5	25,4	24,6	10,8	11,6	4,9	1,1
2021	-1,3	-2,8	0,9	6,5	15,9	21,4	25,3	23,1	9,4	9,7	2,3	0,8
2022	-1,7	-3,1	-1,0	6,8	16,2	21,6	25,0	23,2	10,9	12,1	5,1	0,9
2023	-1,9	-2,8	2,5	9,1	16,5	21,7	25,2	25,4	11,2	12,5	5,8	1,1

Таблица 36 – Числовые значения влажности почвы (на глубине 10 и 40 см) в Астраханской области в 2013–2023 гг. (%)

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Влажность почвы на глубине 10 см (%)												
2013	38,5	38,2	29,6	25,2	23,3	18,5	11,9	11,3	12,9	17,5	17,6	35,6
2014	40,8	41,0	28,1	21,2	22,8	12,3	12,2	12,7	11,6	11,9	18,4	33,8
2015	38,4	39,7	24,3	19,2	16,5	13,2	16,4	13,4	12,1	16,6	21,2	26,6
2016	27,2	28,9	27,9	19,9	19,6	19,1	13,9	12,9	15,8	19,2	22,5	31,6
2017	34,6	33,7	29,5	23,8	16,2	17,4	16,8	12,0	13,9	18,5	21,6	25,7
2018	27,6	29,3	28,3	23,2	14,5	19,3	17,9	12,4	14,3	17,9	22,1	21,3
2019	26,8	27,8	28,6	23,7	19,8	20,4	14,2	12,2	15,7	19,2	22,2	31,4
2020	32,6	33,6	28,5	23,6	19,2	17,6	14,7	11,9	15,5	19,1	21,9	29,8
2021	34,9	38,7	29,9	26,9	19,6	17,0	14,6	12,7	17,9	20,1	25,1	29,9
2022	34,6	33,6	30,1	26,8	23,4	14,2	13,2	10,2	14,9	18,3	21,6	31,2
2023	34,5	33,7	28,2	23,5	23,3	14,6	12,9	12,9	14,8	18,1	21,5	30,9
Влажность почвы на глубине 40 см (%)												
2013	29,2	38,2	29,6	25,9	24,1	20,3	12,4	11,2	11,5	12,1	14,3	25,7
2014	28,8	37,2	25,1	24,4	22,1	15,9	12,8	13,2	10,9	10,8	11,6	24,9
2015	28,3	32,3	24,3	19,4	19,3	16,5	15,8	13,7	11,1	12,0	14,2	19,5
2016	18,8	25,9	25,6	22,4	21,3	20,5	14,8	13,5	12,3	14,0	17,6	23,5
2017	24,1	29,2	29,7	26,0	19,1	19,9	16,8	11,9	11,7	13,1	14,5	18,8
2018	18,5	25,4	28,1	24,8	18,9	20,7	18,1	12,7	12,2	13,8	15,1	16,8
2019	16,1	20,7	29,1	25,1	21,4	21,8	14,6	12,6	11,9	13,2	14,9	23,4
2020	22,3	28,4	29,2	25,2	21,5	20,1	15,1	12,5	11,8	12,9	14,8	21,9
2021	22,8	29,6	30,2	27,8	21,4	19,1	14,9	11,4	15,3	21,2	20,6	23,3
2022	24,3	29,4	32,3	34,4	24,2	16,9	13,8	11,1	11,9	12,4	14,2	23,4
2023	24,3	29,3	28,9	24,7	24,5	17,8	13,4	12,6	11,4	12,2	13,8	23,5

Таблица 37 – Числовые значения NDVI (в отн. ед.), облачности (%) и атмосферного давления (Па) в Астраханской области в 2013–2023 гг.

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
NDVI (в отн. ед.)												
2013	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3
2014	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
2015	0,3	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3
2016	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
2017	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
2018	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
2019	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3
2020	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3
2021	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
2022	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
2023	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2
Облачность (%)												
2013	83,2	72,1	65,3	52,6	39,0	49,1	37,9	21,8	59,7	67,9	54,8	84,0
2014	85,3	75,4	60,6	57,7	46,7	40,4	31,9	31,9	48,9	43,0	51,6	76,9
2015	75,8	67,2	69,7	55,0	45,0	38,2	21,8	21,9	38,9	45,1	60,0	75,0
2016	88,7	73,5	82,8	58,5	62,2	41,9	41,9	42,2	48,2	53,0	75,2	81,0
2017	79,8	71,6	66,8	52,8	61,8	42,9	29,4	26,2	20,1	64,3	67,1	84,5
2018	84,7	88,0	79,2	38,8	38,8	25,5	38,1	31,2	46,2	46,8	70,2	79,2
2019	87,1	83,3	68,7	57,8	51,6	37,5	36,8	25,0	44,3	35,9	72,9	94,9
2020	83,1	79,8	56,4	40,3	60,1	41,0	36,7	34,7	28,6	38,1	51,8	80,3
2021	88,8	84,3	72,3	60,1	42,4	43,0	11,6	21,4	34,7	43,2	66,1	74,4
2022	85,1	78,1	69,1	55,1	38,4	38,6	32,0	21,8	38,2	43,1	64,5	78,3
2023	85,4	75,3	68,3	54,9	38,6	38,4	31,8	21,5	38,3	43,2	64,6	78,4
Атмосферное давление (Па)												
2013	102132,7	102732,2	101531,8	101638,5	101594,6	101129,9	101173,3	101483,5	101373,4	102243,9	102661,8	102698,8
2014	102644,1	102898,6	101825,1	101924,7	101591,3	101325,9	101369,5	101199,5	101811,7	102503,3	102388,9	102511,7
2015	102442,1	102414,9	102734,8	101655,7	101407,9	101260,5	101259,4	101657,6	102086,6	102374,2	102957,7	102470,0
2016	102118,7	102519,6	101631,8	101571,4	101354,6	101480,4	101213,4	101539,6	101474,4	102779,0	102029,5	102330,9
2017	102400,9	102503,9	102160,9	101998,5	101504,3	101205,6	101192,4	101562,8	101998,1	101882,7	102848,7	102309,9
2018	102708,7	102608,2	101811,4	102005,6	101715,5	101273,9	100882,5	101599,7	101955,8	102349,2	102416,4	102532,9
2019	102057,9	102273,1	101842,1	101889,5	101486,5	101444,0	100894,8	101503,4	101944,0	102184,5	103017,5	102491,4
2020	102208,5	101939,4	102262,9	101804,3	101457,3	101259,1	101204,9	101212,7	102081,4	102559,4	103108,1	102238,6
2021	102356,1	102306,7	101970,2	101829,7	101465,0	101339,4	101229,5	101408,5	102091,4	102459,4	102696,5	103416,0
2022	102483,1	102418,2	101968,1	101848,6	101643,0	101426,4	101327,5	101762,7	102341,4	102364,4	102563,2	103613,0
2023	102492,1	102497,4	101843,3	101838,4	101323,0	101238,4	101398,5	101648,4	102191,4	102438,4	102473,2	103576,0

Таблица 38 – Числовые значения глубины снежного покрова (м) и доли площади, покрытой снегом (%) в Астраханской области в 2013–2023 гг.

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Глубина снежного покрова (м)												
2013	0,1	0,1	0,1	Значения фактора не регистрировались							0,1	0,1
2014	0,2	0,1	0,1								0,1	0,1
2015	0,1	0,1	0,1								0,1	0,1
2016	0,1	0,1	0,1								0,1	0,1
2017	0,1	0,1	0,1								0,1	0,1
2018	0,1	0,1	0,1								0,1	0,2
2019	0,1	0,2	0,2								0,1	0,1
2020	0,2	0,1	0,1								0,1	0,1
2021	0,1	0,1	0,1								0,1	0,1
2022	0,1	0,1	0,1								0,1	0,1
2023	0,1	0,1	0,1								0,1	0,1
Доля площади, покрытой снегом (°C)												
2013	21,2	24,3	6,2	Значения фактора не регистрировались							1,8	33,4
2014	25,9	25,9	6,1								2,3	40,2
2015	17,4	17,4	4,3								28,3	29,4
2016	24,9	24,9	7,0								7,3	33,8
2017	62,0	62,0	5,6								33,3	57,1
2018	32,6	32,6	26,8								21,3	33,3
2019	22,7	22,7	6,6								6,4	43,2
2020	26,4	26,4	11,7								1,8	21,4
2021	42,7	42,7	6,2								12,5	23,7
2022	28,3	32,8	7,4								11,3	31,2
2023	22,1	25,4	11,8								10,8	28,9

Таблица 39 – Числовые значения количества выпавших осадков (кг/м^2) и относительной влажности воздуха (%) в Астраханской области в 2013–2023 гг.

Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Количество выпавших осадков (кг/м^2)												
2013	2,1	2,2	2,1	2,1	3,5	2,1	0,7	1,1	1,7	1,2	1,2	2,5
2014	1,8	1,6	1,6	1,2	3,0	0,7	1,3	2,7	1,4	0,7	0,6	2,1
2015	1,4	1,4	1,1	0,9	1,8	1,9	2,4	3,2	1,6	1,1	0,8	1,3
2016	1,0	0,5	1,3	1,0	2,7	3,6	1,9	2,8	2,9	2,0	1,5	1,6
2017	1,2	1,2	1,8	2,0	1,4	2,2	2,7	1,1	2,0	1,7	1,3	1,2
2018	0,9	0,4	1,7	1,8	0,6	3,9	3,2	2,5	2,2	1,9	1,4	0,3
2019	0,7	0,7	1,9	1,9	2,5	5,0	1,8	1,9	2,3	1,8	1,4	1,7
2020	1,1	1,1	1,8	1,8	2,8	2,9	2,0	1,8	2,2	1,7	1,3	1,7
2021	1,9	1,5	1,9	4,5	2,6	2,8	2,1	2,2	3,3	2,1	1,8	1,7
2022	1,1	1,1	2,0	2,8	4,1	1,7	1,1	0,4	2,1	1,6	1,2	1,5
2023	1,2	1,2	1,7	1,7	4,3	1,9	1,2	2,6	2,2	1,7	1,3	1,3
Относительная влажность воздуха (%)												
2013	91,2	89,2	86,3	58,2	61,9	44,5	34,3	40,1	46,9	63,1	75,2	90,8
2014	93,4	91,4	74,1	57,5	55,9	34,9	34,9	39,9	43,9	53,0	71,3	88,8
2015	91,9	88,7	73,8	54,9	41,8	35,1	44,5	40,3	46,8	56,8	72,6	83,8
2016	84,2	83,5	74,3	57,3	51,2	49,6	40,9	39,6	52,5	65,9	78,5	87,5
2017	88,3	87,3	77,4	62,3	42,1	46,9	45,4	36,8	47,0	64,4	76,0	83,2
2018	84,0	83,1	75,7	58,9	40,2	49,7	47,0	38,9	49,0	64,9	78,4	81,6
2019	83,0	80,3	75,6	58,2	51,4	50,1	40,8	37,2	51,2	64,8	78,2	87,4
2020	87,6	85,7	83,8	58,1	49,9	44,5	41,1	38,2	51,1	64,7	78,1	86,8
2021	88,2	88,8	83,5	63,8	49,8	44,4	40,9	38,8	64,3	74,5	85,6	87,4
2022	88,3	87,3	84,4	68,3	60,8	37,2	37,8	35,3	46,2	64,2	74,2	87,8
2023	88,1	87,2	75,2	58,9	57,2	37,8	37,2	39,1	46,1	64,3	74,1	87,6

Таблица 40 – Значения коэффициентов корреляции (r) климатических факторов «предшествующего» (2013–2022 гг.) эпидемического сезона с численностью клещей *H. marginatum* и уровнем заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в 2014–2023 гг. в Астраханской области

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов корреляции													
		Максимальная температура воздуха (°С)	Минимальная температура воздуха (°С)	Средняя температура воздуха (°С)	Температура почвы на глубине 10 см (°С)	Температура почвы на глубине 40 см (°С)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	-0,2	-0,1	0,1
2.	февраль	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	0,1
3.	март	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	-0,1	-0,1	*	*	0,1	0,1	-0,4	0,1	0,1
4.	апрель	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	-0,4	-0,4	*	*	0,1	0,1	-0,3	-0,1	0,1
5.	май	**0,9**	**0,9**	**0,8**	**0,8**	**0,9**	**-0,8**	**-0,8**	*	*	0,3	**-0,8**	**-0,8**	0,2	**0,9**
6.	июнь	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	*	*	0,2	0,5	0,5	0,1	0,5
7.	июль	**0,9**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	*	*	0,3	**0,8**	**0,8**	-0,1	**0,8**
8.	август	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	*	*	0,2	0,4	0,4	-0,1	0,4
9.	сентябрь	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	-0,1	-0,1	*	*	0,2	0,1	-0,3	-0,2	0,3
10.	октябрь	0,3	0,4	0,4	0,1	0,1	-0,2	-0,2	*	*	0,2	0,2	-0,3	-0,1	0,3
11.	ноябрь	0,4	0,4	0,4	0,1	0,4	-0,2	-0,2	0,1	0,1	-0,1	0,1	-0,4	-0,1	0,3
12.	декабрь	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,9**	**0,8**	**-0,8**	**-0,8**	0,4	0,4	0,2	**-0,8**	**-0,8**	0,2	0,4

* – значения фактора не регистрировались

Таблица 41 – Значения коэффициентов информативности климатических факторов «предшествующего» (2012–2022 гг.) эпидемического сезона, опосредованно влияющих на заболеваемость населения КГЛ (в 2014–2023 гг.) в Астраханской области

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов информативности													
		Максимальная температура воздуха (°C)	Минимальная температура воздуха (°C)	Средняя температура воздуха (°C)	Температура почвы на глубине 10 см (°C)	Температура почвы на глубине 40 см (°C)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	0,78	0,82	0,85	0,78	0,76	0,12	0,13	0,06	0,31	0,37	0,44	0,26	0,22	0,32
2.	февраль	0,84	0,86	0,88	0,78	0,82	0,45	0,05	0,04	0,16	0,24	0,46	0,11	0,09	0,17
3.	март	0,86	0,84	0,86	0,74	0,78	0,72	0,74	0,03	0,17	0,44	0,68	0,64	0,37	0,22
4.	апрель	0,84	0,86	0,84	0,76	0,74	0,72	0,72	*	*	0,46	0,76	0,82	0,3	0,34
5.	май	2,12	2,38	1,42	0,98	0,94	0,89	0,92	*	*	0,45	1,16	2,53	0,22	1,42
6.	июнь	0,82	0,84	0,82	0,82	0,84	0,76	0,78	*	*	0,28	0,81	0,78	0,38	0,84
7.	июль	1,85	1,12	2,02	1,16	1,02	2,12	2,08	*	*	0,1	2,16	1,16	0,26	0,89
8.	август	0,85	0,84	0,82	0,58	0,54	0,56	0,58	*	*	0,37	0,64	0,68	0,22	0,62
9.	сентябрь	0,51	0,52	0,51	0,26	0,45	0,37	0,05	*	*	0,45	0,44	0,51	0,34	0,51
10.	октябрь	0,4	0,42	0,23	0,31	0,37	0,21	0,3	*	*	0,05	0,14	0,06	0,01	0,09
11.	ноябрь	0,2	0,16	0,26	0,21	0,3	0,09	0,1	0,03	0,15	0,09	0,07	0,38	0,42	0,07
12.	декабрь	2,33	1,45	2,02	1,64	0,89	0,13	0,48	0,01	0,02	0,37	0,33	0,62	0,34	0,12

* – значения фактора не регистрировались

Таблица 42 – Значения коэффициентов корреляции (r) климатических факторов «текущего» эпидемического сезона с численностью клещей *H. marginatum* и уровнем заболеваемости населения КГЛ (в 2014–2023 гг.) в Астраханской области

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов корреляции													
		Максимальная температура воздуха (°С)	Минимальная температура воздуха (°С)	Средняя температура воздуха (°С)	Температура почвы на глубине 10 см (°С)	Температура почвы на глубине 40 см (°С)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	**0,9**	**0,8**	**0,9**	**0,8**	**0,8**	**-0,9**	**-0,8**	0,4	0,2	0,1	**-0,8**	**-0,9**	0,3	0,4
2.	февраль	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**-0,9**	**-0,9**	0,4	0,1	0,3	**-0,9**	**-0,9**	0,4	0,4
3.	март	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	-0,5	-0,5	*	*	0,2	-0,3	-0,5	0,1	0,5
4.	апрель	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-0,5	-0,5	*	*	0,3	-0,4	-0,5	0,1	0,5
5.	май	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	-0,5	-0,5	*	*	0,4	-0,4	-0,5	0,1	0,5
6.	июнь	**0,9**	**0,8**	**0,9**	**0,9**	**0,9**	**0,9**	**0,9**	*	*	0,4	**0,9**	**0,8**	-0,2	0,8
7.	июль	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	-0,1	-0,1	*	*	0,4	0,3	0,3	-0,2	0,4
8.	август	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	*	*	0,4	-0,2	-0,2	-0,1	0,1
9.	сентябрь	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	*	*	0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,1
10.	октябрь	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	*	*	0,1	0,1	-0,2	-0,1	0,1
11.	ноябрь	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	-0,1	0,1
12.	декабрь	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-0,2	-0,1	0,1

* – значения фактора не регистрировались

Таблица 43 – Значения коэффициентов информативности климатических факторов «текущего» эпидемического сезона, опосредованно влияющих на заболеваемость населения КГЛ (в 2014–2023 гг.) в Астраханской области

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов информативности													
		Максимальная температура воздуха (°C)	Минимальная температура воздуха (°C)	Средняя температура воздуха (°C)	Температура почвы на глубине 10 см (°C)	Температура почвы на глубине 40 см (°C)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	2,21	2,53	1,65	1,33	1,26	0,39	0,1	0,02	0,03	0,09	0,3	0,48	0,07	0,05
2.	февраль	1,06	2,51	1,47	1,34	0,89	0,19	0,04	0,01	0,05	0,23	0,07	0,46	0,38	0,08
3.	март	0,86	0,84	0,82	0,85	0,74	0,8	0,82	0,01	0,1	0,26	0,72	0,84	0,41	0,26
4.	апрель	0,82	0,84	0,78	0,82	0,72	0,73	0,74	*	*	0,35	0,62	0,87	0,28	0,62
5.	май	0,84	0,76	0,72	0,62	0,64	0,68	0,72	*	*	0,29	0,73	1,02	0,09	0,65
6.	июнь	1,12	2,11	1,08	0,9	0,74	0,89	0,62	*	*	0,38	1,14	2,22	0,44	0,96
7.	июль	0,82	0,72	0,84	0,65	0,58	0,61	0,58	*	*	0,44	0,84	0,82	0,19	0,71
8.	август	0,62	0,68	0,64	0,58	0,56	0,58	0,56	*	*	0,48	0,61	0,71	0,05	0,72
9.	сентябрь	0,03	0,08	0,04	0,03	0,11	0,42	0,04	*	*	0,26	0,14	0,52	0,26	0,06
10.	октябрь	0,3	0,41	0,28	0,32	0,26	0,22	0,11	*	*	0,09	0,34	0,06	0,31	0,05
11.	ноябрь	0,02	0,14	0,1	0,02	0,1	0,06	0,21	0,26	0,02	0,06	0,1	0,21	0,19	0,03
12.	декабрь	0,03	0,09	0,14	0,26	0,19	0,09	0,14	0,15	0,17	0,14	0,18	0,16	0,14	0,15

* – значения фактора не регистрировались

Полученные данные также свидетельствуют о выраженном опосредованном влиянии весенне-летних значений климатических факторов – температуры воздуха (средней, максимальной и минимальной), количества выпавших осадков, температуры и влажности почвы на различной глубине, относительной влажности воздуха, NDVI) на интенсивность проявлений эпидемического процесса КГЛ. Наиболее высокими значениями как коэффициентов корреляции (r= 0,8–0,9, p<0,05) с численностью *H. marginatum* и заболеваемостью населения этой КИ, так и информативности (в разрезе административных районов – от 2,53 до 0,89) характеризовались показатели мая, июля предшествующего года и июня текущего. Это полностью согласуется с данными литературы о выраженном влиянии этих абиотических показателей на развитие преимагинальных форм клещей (и, соответственно, на численность особей в следующем эпидемическом сезоне) и на жизнедеятельность имаго в текущем году [88, 263, 286].

Вместе с тем, по сравнению с набором значимых для Ставропольского края климатических факторов, для Астраханской области высокие значения коэффициентов корреляции (r= 0,8–0,9, p<0,05) и информативности (от 2,53 до 0,89) были получены для зимних месяцев предшествующего (декабрь) и текущего (январь-февраль) года – максимальной, минимальной и средней температуры воздуха, количества выпавших осадков и температуры почвы на глубине 10 и 40 см. От величин этих абиотических показателей, согласно литературным данным, зависит сохранение жизнеспособности зимующих особей *H. marginatum* [88, 162, 195, 263, 286]. Выраженное влияние погодных условий зимнего сезона обусловлено особенностями климата Астраханской области [199]:

- частыми морозами (до -40°С);

- низкой среднемесячной температурой зимних месяцев (до -3,7 °С);

- невысокой толщиной слоя снега на земной поверхности (до 10 см) и выраженным промерзанием почвенного покрова (на глубину от 60 до 125 см).

Кроме того, обращает внимание отсутствие неблагоприятного влияния погодных условий в 2020-2021 гг., которое могло бы опосредованно способствовать наблюдаемому снижению уровня заболеваемости КГЛ в

Астраханской области в период пандемии COVID-19. Согласно данным таблиц 34–39 показатели всех климатических факторов не выходили за пределы среднемноголетних значений предшествующих лет.

Однако, установлено наличие неблагоприятного действия наиболее значимых климатических факторов на жизнедеятельность преимагинальных фаз и имаго *H. marginatum* в 2022-2023 гг., что могло привести к зарегистрированной в 2023 г. низкой интенсивности проявлений эпидемического процесса этой КИ. Наибольшими отклонениями от среднемноголетних показателей 2013–2021 гг. (согласно сведениям таблиц 34–39), характеризовались количество выпавших осадков в мае (превышение на 78,3 и 87 % соответственно) и июне (дефицит на 39,3 и 32,2 % соответственно), а также относительная влажность воздуха (снижение на 8,3 и 9,5 %) и почвы в июле на глубине 10 см (ниже на 10,2 и 12,2 % соответственно) и 40 см (ниже на 8 и 10,7 % соответственно). Данные представлены на рисунках 92–95.

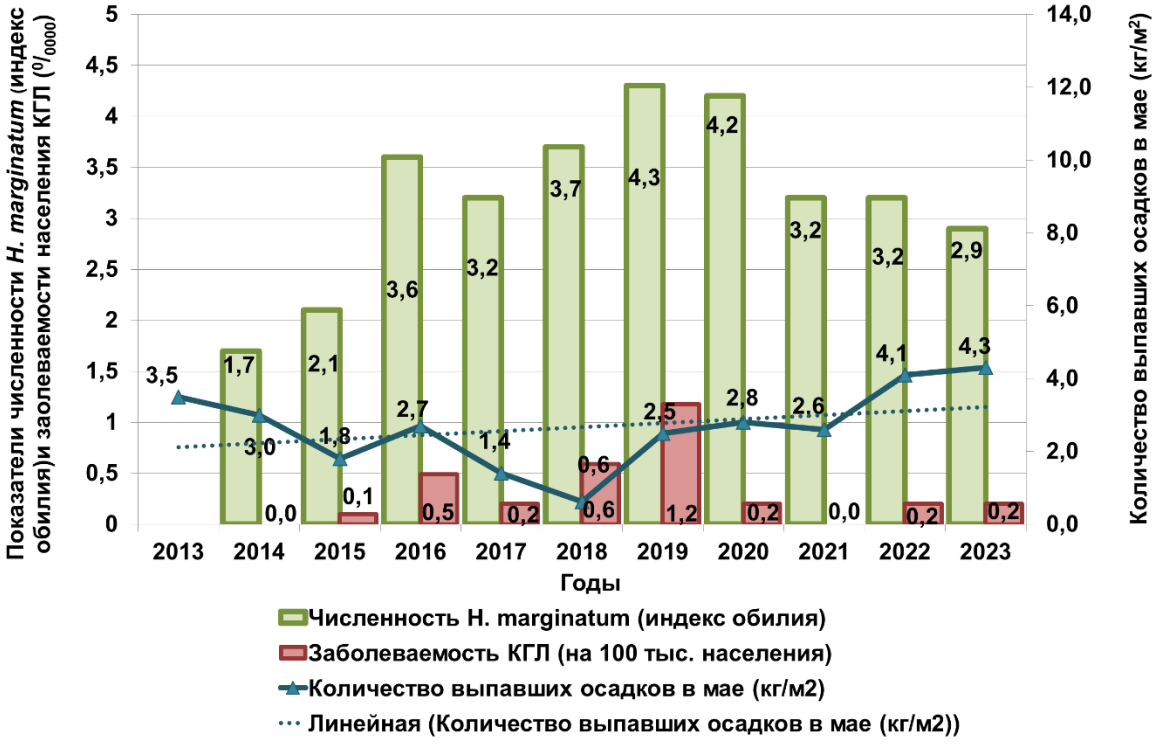


Рисунок 92 – Влияние количества выпавших осадков в мае (кг/м^2) на среднесезонную численность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области

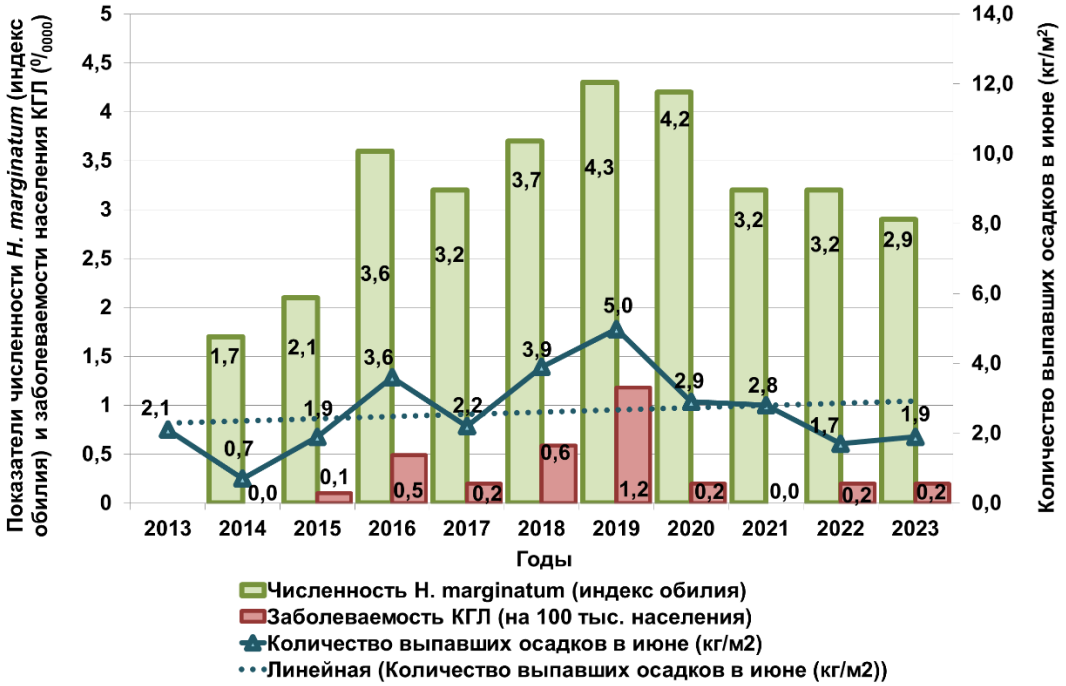


Рисунок 93 – Влияние количества выпавших осадков в июне (кг/м^2) на среднесезонную численность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области

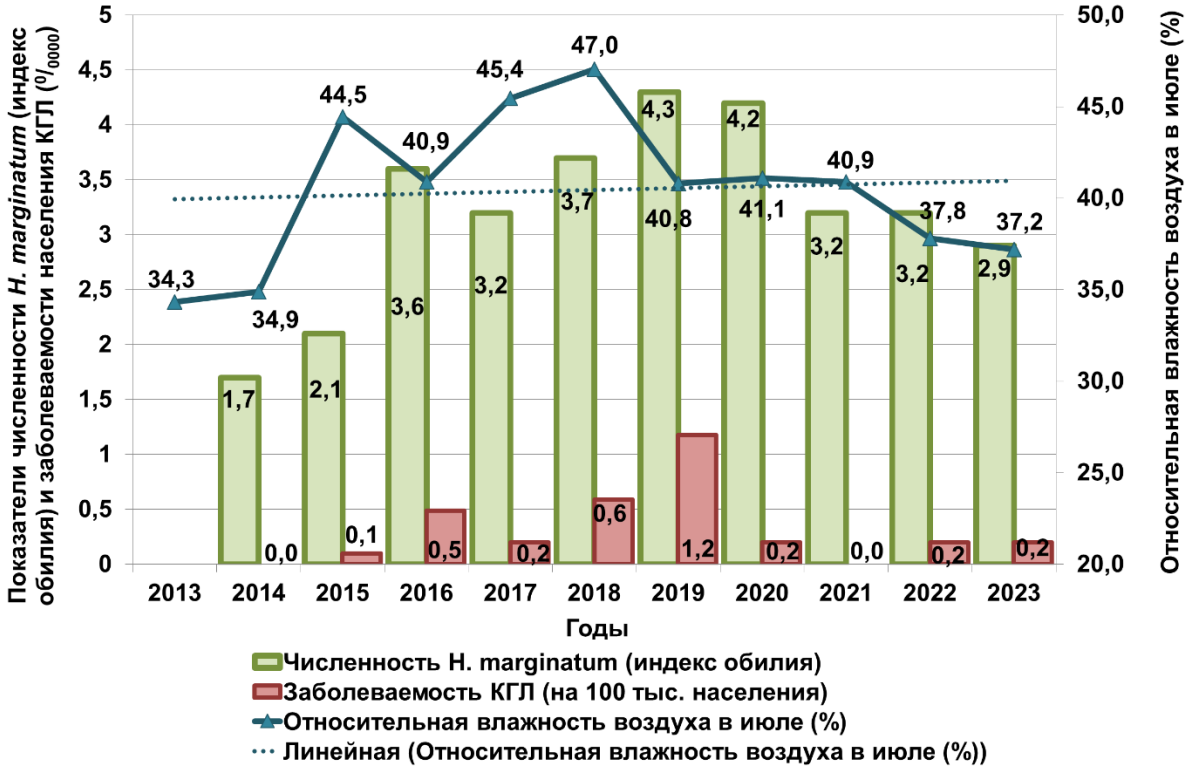


Рисунок 94 – Влияние относительной влажности воздуха в июле (%) на среднесезонную численность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области

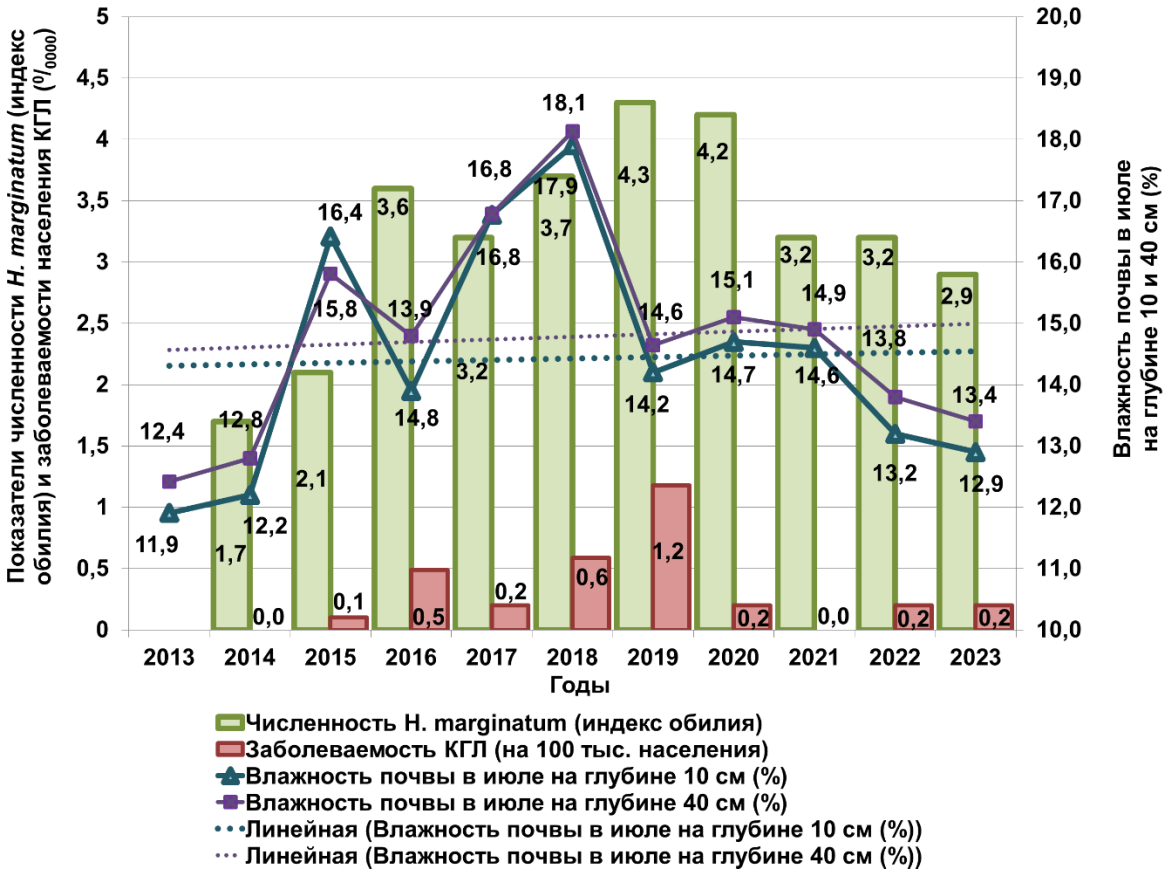


Рисунок 95 – Влияние влажности почвы в июле на глубине 10 и 40 см (%) на среднесезонную численность *H. marginatum* и уровень заболеваемости населения КГЛ ($^{0}/_{0000}$) в Астраханской области

Таким образом, уровень заболеваемости КГЛ в Астраханской области в наибольшей степени опосредованно зависит от весенне-летних и зимних климатических показателей, влияющих на *H. marginatum* в соответствии с их жизненным циклом.

4.2.4. Анализ проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий в Астраханской области

Профилактические мероприятия, направленные на снижение заболеваемости КГЛ в Астраханской области, в течение исследуемого периода проводились в полном объёме согласно планам.

Так, в 2014–2023 гг. площадь ежегодных противоклещевых обработок открытых стаций в среднем составила 2018196,3 ± 191968,6 м^2. Однако, динамика их проведения характеризовалась тенденцией к снижению. Это подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -58849,133x + 2341866,533 (R^2 = 0,086). Значения $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,053 и -73903,33. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. площадь обработанных территорий уменьшилась на 38,6 %. Наиболее высокие значения показателей обработок отмечались в 2020 г. (3135410 м^2), самые низкие – в 2023 г. (1056800 м^2). Однако между показателями выполнения акарицидных мероприятий с численностью *H. marginatum* и уровнями заболеваемости населения КГЛ выявлены слабые прямые корреляции (r= 0,4 и 0,2 соответственно, p>0,05). Данные представлены на рисунке 96.

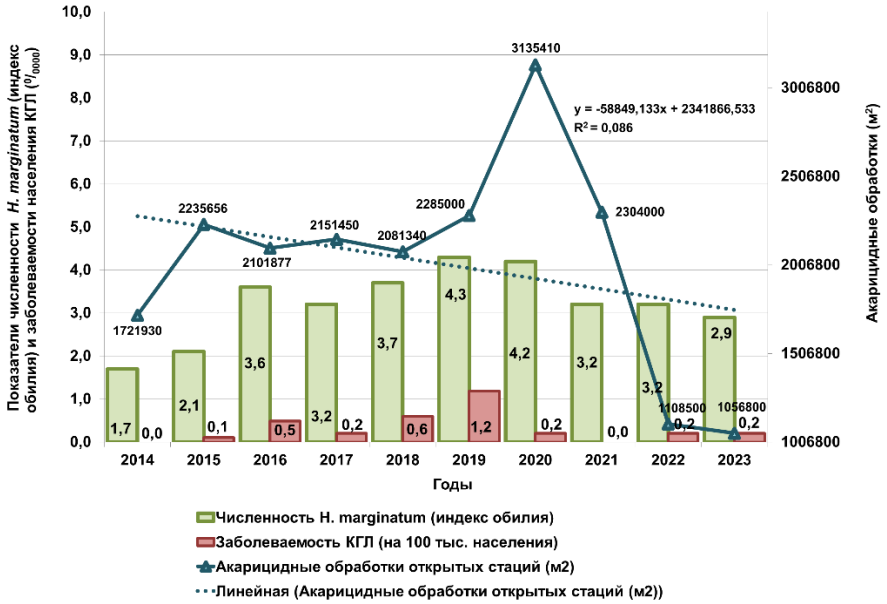


Рисунок 96 – Динамика проведения акарицидных обработок открытых стаций (м^2) численности *H. marginatum* и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Также, комплекс противоклещевых мероприятий в Астраханской области включал проведение акарицидных обработок сельскохозяйственных животных – прокормителей *H. marginatum.* В среднем в течение исследуемого периода, согласно плану, обработками ежегодно были охвачены 182714,7 ± 2883,7 и 455445,1 ± 75909,7 голов крупного и мелкого рогатого скота соответственно. Динамика их проведения характеризовалась тенденцией к росту. Это подтверждается уравнениями регрессии, соответствующими линейным трендам $y = 1921{,}8x + 172144{,}8$ ($R^2 = 0{,}407$) и $y = 47696{,}37x + 193115{,}067$ ($R^2 = 0{,}362$) соответственно. Значения $T_{ср}$ прироста и среднего абсолютного прироста составили для показателей обработок крупного рогатого скота 0,0114 и 2098,67, для мелкого 0,050 и 20109,22. Вместе с тем, между показателями выполнения акарицидных обработок сельскохозяйственных животных с численностью *H. marginatum* и уровнями заболеваемости населения КГЛ выявлены слабые прямые корреляционные связи (r= 0,3 и 0,4 соответственно, p>0,05). Данные представлены на рисунке 97.

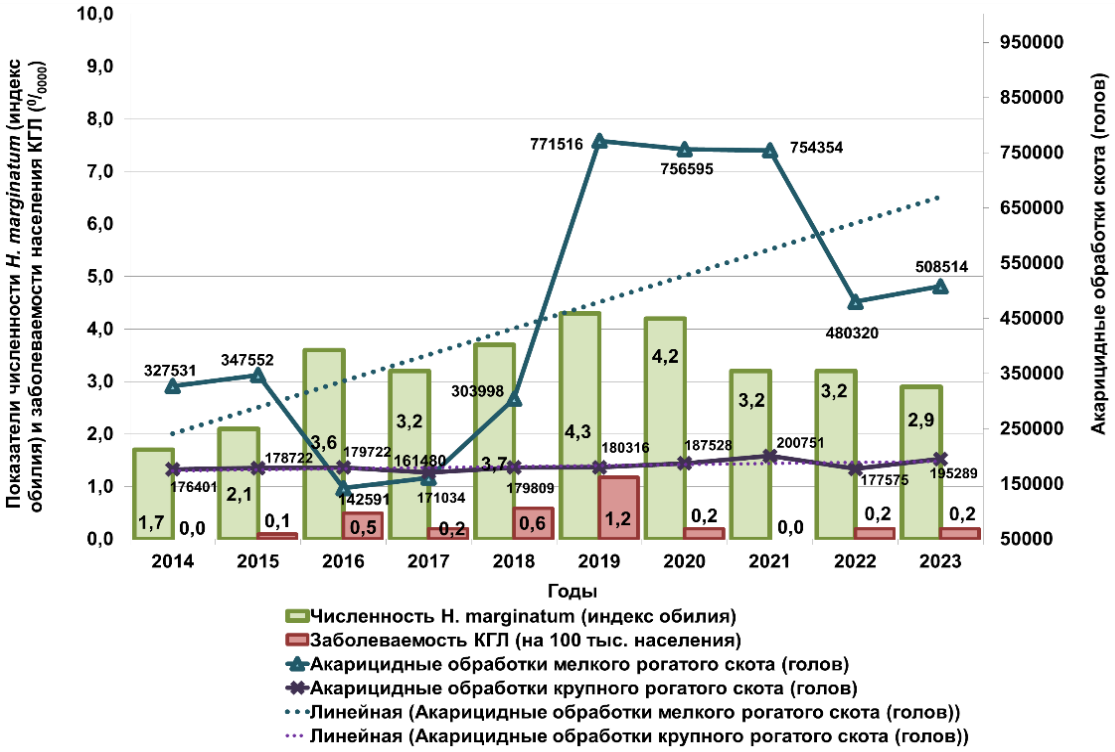


Рисунок 97 – Динамика проведения акарицидных обработок крупного и мелкого рогатого скота (голов), численности *H. marginatum* и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области с 2014 по 2023 г.

Кроме того, показатели проведения акарицидных открытых стаций, пастбищ крупного и мелкого рогатого скота характеризовались низкими (< 0,5) значениями коэффициентов информативности.

Значительное внимание в Астраханской области также уделялось проведению информационно-разъяснительной работы с населением. Так, в течение исследуемого периода в среднем состоялось 26 ± 3,0 выступлений по телевидению и было опубликовано 98,6 ± 9,3 статей в местных газетах, направленных на повышение настороженности жителей области в отношении данной КИ. Вместе с тем, динамика проведения этих информационно-разъяснительных мероприятий также характеризовалась некоторой тенденцией к снижению. Это подтверждается уравнениями регрессии, соответствующими линейным трендам $y = -0,206x + 27,133$ ($R^2 = 0,004$) и $y = -1,055x + 106,4$ ($R^2 = 0,015$). В 2023 г. по сравнению с 2014 г. количество выступлений по телевидению уменьшилось на 60 %, публикаций в газетах – на 14,5 %. Значения $T_{ср}$ убыли и средней абсолютной убыли составили -0,097, -1,0 и -0,017, -1,11 для каждого вида информационно-разъяснительной работы соответственно. Наиболее высокие значения показателей отмечались в 2015 г. (35 и 140).

Также в 2014–2023 гг. было подготовлено 6050,6 ± 823,6 экземпляров раздаточных материалов (памяток и листовок), посвящённых путям заражения, клиническим симптомам и профилактике КГЛ. При этом динамика данного показателя также характеризовалось тенденцией к снижению ($y = -193,509x + 6103,4$ ($R^2 = 0,078$), $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,142 и -382,22 соответственно). В 2023 г. по сравнению с 2014 г. количество раздаточных материалов уменьшилось на 74,8 %. Наиболее высокие значения показателя отмечались в 2018 (9000), самые низкие – в 2023 г. (1160). Также в Астраханской области активно проводились инструктажи среди контингентов групп риска и беседы с населением – 2249 ± 437,8. Однако в динамике также отмечалось снижение данного показателя. Это подтверждается уравнением регрессии, соответствующему линейному тренду $y = -124,394x + 2933,067$ ($R^2 = 0,074$). $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,084 и -

143. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. число инструктажей и бесед уменьшилось на 54,8 %. Наиболее высокие значения показателей отмечались в 2018 г. (5879), самые низкие – в 2023 г. (1063).

Вместе с тем, между показателями проведения информационно-разъяснительной работы и уровнями заболеваемости населения КГЛ выявлены слабые прямые корреляционные связи (r= 0,4–0,3, p>0,05). Данные представлены на рисунках 98–99. Кроме того, эти факторы также характеризовались низкими (< 0,5) значениями коэффициентов информативности.

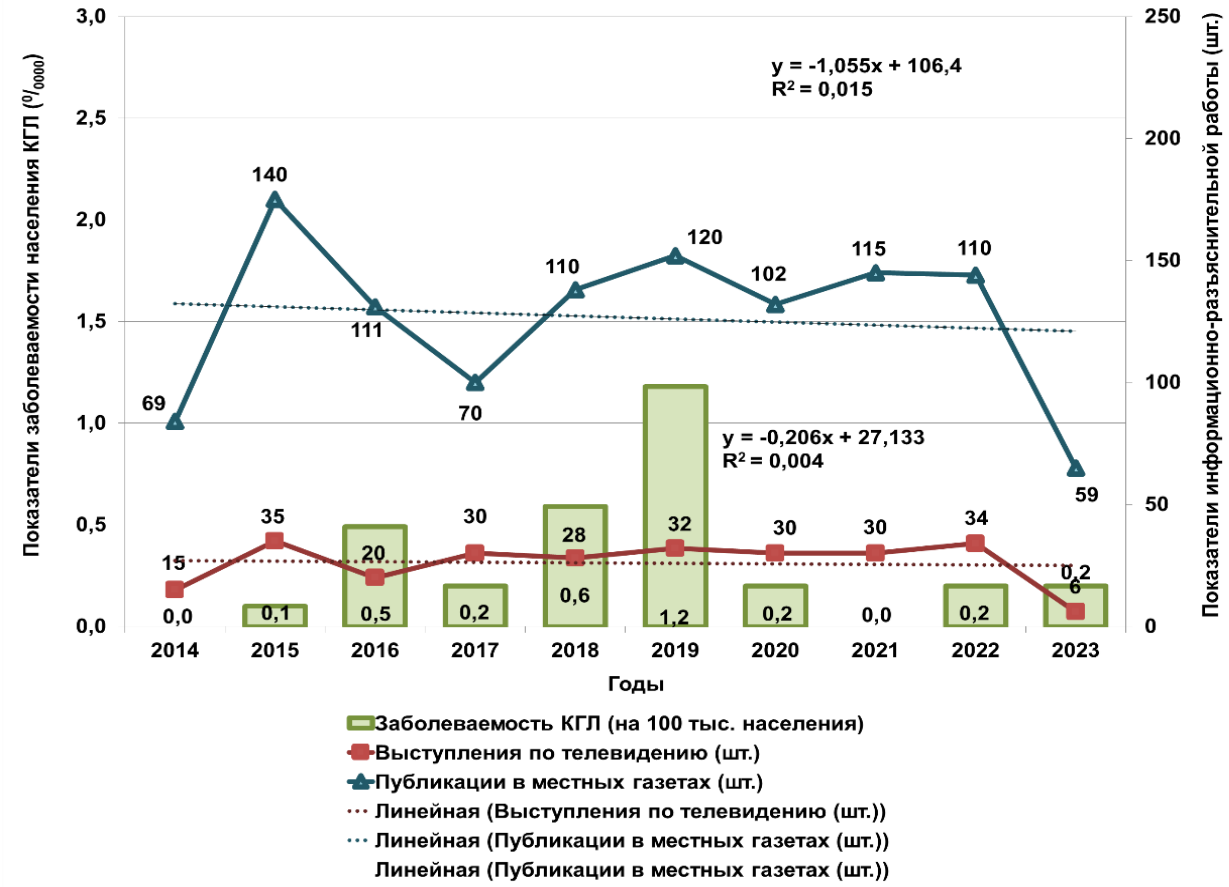


Рисунок 98 – Показатели выполнения информационно-разъяснительных мероприятий (выступлений по телевидению и публикаций в газетах) и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области с 2014 по 2023 г.

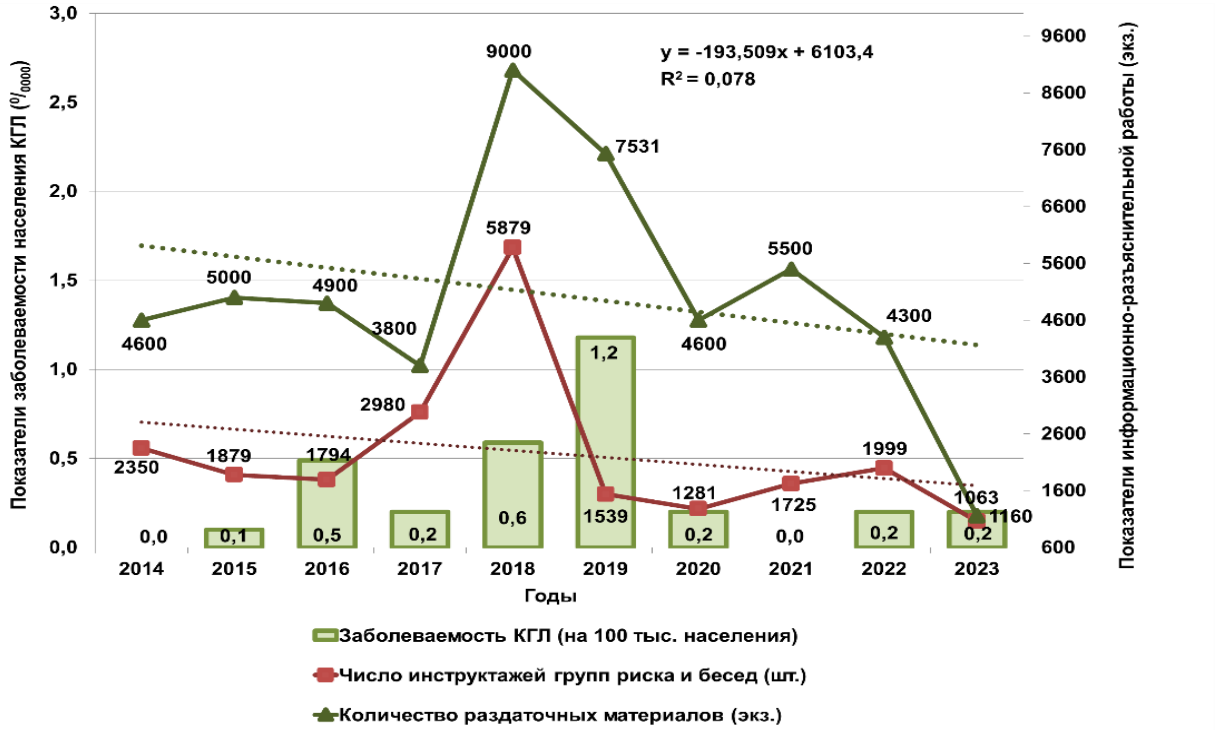


Рисунок 99 – Показатели выполнения информационно-разъяснительных мероприятий (инструктажей групп риска и бесед, подготовки раздаточных материалов) и заболеваемости населения КГЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области с 2014 по 2023 г.

Анализ результатов противоэпидемических мероприятий свидетельствует, что в Астраханской области в течение периода исследования были госпитализированы 465 человек. При этом динамика этого показателя характеризуется тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -12,6x + 115,8 (R2 = 0,832). В 2023 г. по сравнению с 2014 г. значение показателя уменьшилось на 98 % ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,353 и -11 соответственно). Наибольшее количество провизорных госпитализаций отмечалось в 2014-2015 гг. (101 и 102). Выраженное снижение числа лиц, госпитализированных по провизорным показаниям, наблюдалось в период пандемии COVID-19 2020-2021 гг. (6 и 9 соответственно), наиболее вероятные причины которого были рассмотрены ранее в разделе 1.1 Главы 1. Однако, значения этого показателя после стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19 (в 2022-2023 гг.) по-

прежнему были значительно ниже допандемийного уровня 2014–2019 гг. (74,3 ± 11,7) на 97,3 %. Данные представлены на рисунке 100.

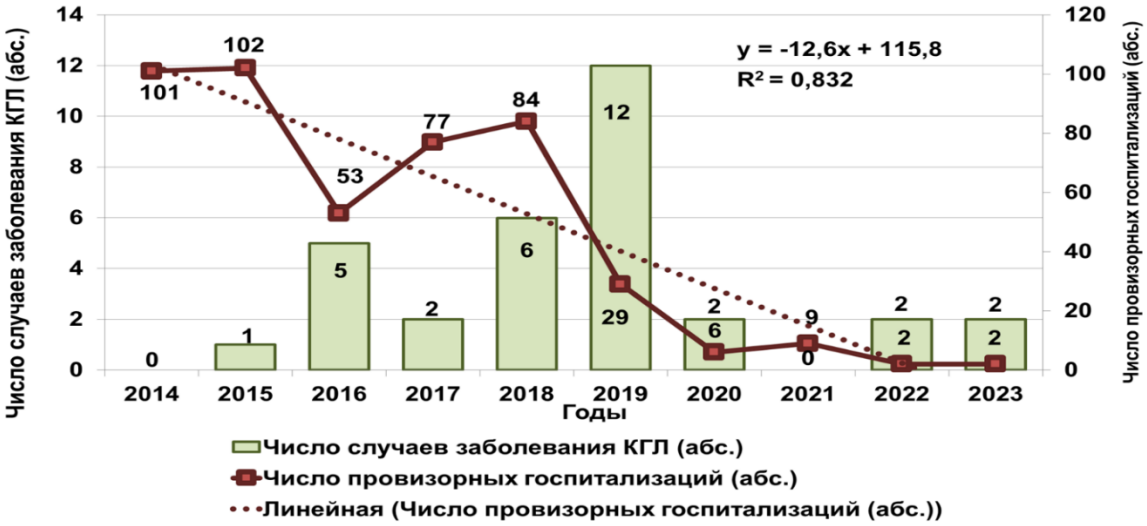
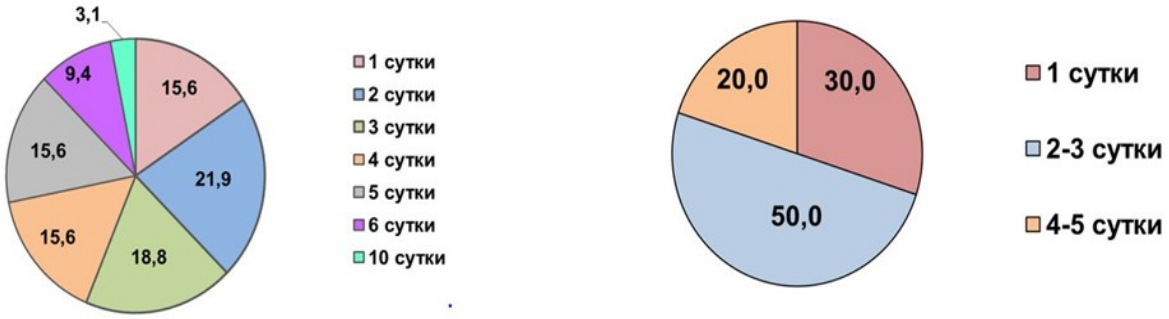


Рисунок 100 – Динамика количества провизорных госпитализаций и числа больных КГЛ в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Кроме того, установлено, что 43,8 % больных КГЛ обращались за медицинской помощью с опозданием (после трехдневного срока с момента возникновения первых клинических проявлений этой КИ). Данные представлены на рисунке 101.



а **б**

Рисунок 101 – Сроки обращения заболевших КГЛ за медицинской помощью после возникновения клинических симптомов (а) и изменения ошибочных предварительных диагнозов (б) в Астраханской области (%) с 2014 по 2023 г.

Установлено, что только 37,5 % заболевших были экстренно направлены медицинскими работниками первичного звена здравоохранения с диагнозом

«КГЛ?» на стационарное лечение. Большая часть заболевших (46,9 %) были госпитализированы с диагнозом «ОРВИ» (из них «ОРВИ. Токсико-аллергическая реакция на укус клеща» составил только 33,3 %). Данные представлены на рисунке 102.

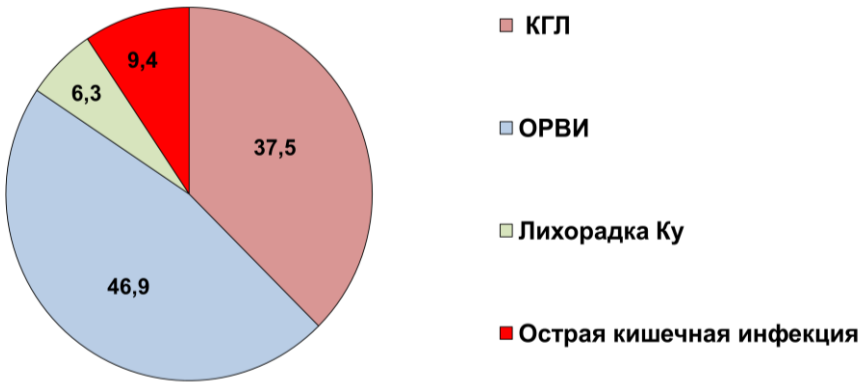


Рисунок 102 – Структура предварительных диагнозов у больных КГЛ в Астраханской области (%) с 2014 по 2023 г.

Обращает внимание, что в первые сутки пребывания в стационаре, коррекция ошибочных предварительных диагнозов с последующим назначением специфической терапии была осуществлена только у 30 % заболевших. Данные представлены на рисунке 101.

Полученные результаты изучения сведений по срокам обращаемости заболевших после возникновения первых симптомов КГЛ, провизорным госпитализациям, структуре ошибочных диагнозов при направлении пациентов на стационарное лечение, а также сроков их изменения после госпитализации свидетельствуют о недостаточно высоком уровне настороженности жителей и медицинского персонала Астраханской области в отношении этой эндемичной для региона КИ.

Таким образом, согласно данным проведённого анализа современной эпидемиологической ситуации по КГЛ (2014–2023 гг.) среднемноголетние уровни заболеваемости этой ПОИ в Ставропольском крае (0,9 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$) и Астраханской области (0,3 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) превышали аналогичные общероссийские показатели в 15 и пять раз соответственно. Однако при этом установлено, что динамика

интенсивности проявлений эпидемического процесса этой КИ в обоих субъектах характеризовалась тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли -0,1 и -1 соответственно). Летальность КГЛ в Ставропольском крае составила 1,6 %, в Астраханской области – 6,3 % (самый высокий показатель в ЮФО).

Также выявлено, что среди больных КГЛ в обоих субъектах превалировали лица трудоспособного возраста от 25 до 59 лет (77,3 и 78,1 % соответственно), занимающиеся животноводческой деятельностью (47,1 и 50 % соответственно), что связано с сельскохозяйственной специализацией региона (высокой частотой контактов населения с клещами-переносчиками вируса ККГЛ при уходе за сельскохозяйственными животными). Установлены высокие корреляционные зависимости заболеваемости населения этой КИ от среднесезонной численности *H. marginatum* ($r=0,8$, $p<0,05$). Результаты изучения комплексного влияния климатических факторов на жизнедеятельность клещей этого вида (и опосредованно на уровень заболеваемости КГЛ) свидетельствуют, что наиболее значимыми для Ставропольского края являются весенне-летние факторы ($r= 0,8–0,9$, коэффициенты информативности от 1,59 до 0,85), а для Астраханской области также зимние ($r= 0,8–0,9$, значения коэффициентов информативности от 2,53 до 0,89).

Результаты анализа проведения акарицидных обработок в обоих модельных субъектах свидетельствуют об их выполнении согласно запланированным объёмам, также внимание уделялось информационно-разъяснительной работе с населением. Однако в обоих субъектах наблюдались поздняя обращаемость больных КГЛ за медицинской помощью и низкая частота диагнозов «КГЛ?» при госпитализации. Также выявлено снижение числа провизорных госпитализаций – в Ставропольском крае до 152 в 2023 г. (при 252,8 ± 30,9 в 2014–2019 гг.) и до 2 в Астраханской области (при 74,3 ± 11,7 в 2014–2019 гг.). Это свидетельствует о недостаточной настороженности как медицинского персонала, так и населения в отношении КГЛ и необходимости применения дифференцированного подхода при планировании профилактических мероприятий и подготовки медицинских работников.

ГЛАВА 5. СОВРЕМЕННАЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО АСТРАХАНСКОЙ ПЯТНИСТОЙ ЛИХОРАДКЕ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

5.1. Анализ заболеваемости Астраханской пятнистой лихорадкой в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Астраханская область по интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ занимает ведущую позицию среди всех субъектов юга России. С 2014 по 2023 г. на данной территории было выявлено 1844 случая этой КИ (из них 10 летальных), что составляет 98,2 % от их общего числа, зарегистрированных в регионе. Среднемноголетний уровень заболеваемости (18,2 ± 3,4 $^{0}/_{0000}$) превышает аналогичные показатели по югу России (0,7 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) и стране в целом (0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) в 26 и 182 раза соответственно. Это обусловливает выбор данного субъекта в качестве модельного для изучения эпидемиологической ситуации по АПЛ, факторов, влияющих на её формирование, и последующей разработки предложений по оптимизации эпидемиологического надзора за этой КИ (в том числе на основе применения «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей).

Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ в Астраханской области (как и в целом по региону) характеризовалась тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду $y = -2{,}992x + 34{,}667$ ($R^2 = 0{,}691$). Так, в 2023 г. по сравнению с 2014 г. показатель заболеваемости уменьшился на 63,2 %. $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,105 и -2 соответственно. Наиболее высокое значение было зарегистрировано в 2015 г. (30,5 ± 1,7 $^{0}/_{0000}$), самое низкое – в 2020 г. (3,4 ± 0,6 $^{0}/_{0000}$). В 2023 г. уровень проявлений эпидемического процесса (10,5 ± 1,1 $^{0}/_{0000}$) был ниже среднего значения допандемийного периода 2014–2019 гг. (26,0 ± 2,1 $^{0}/_{0000}$) на 59,6 %, но превысил аналогичный показатель предыдущих трёх лет (5,2 ± 1,5 $^{0}/_{0000}$) в два раза. Данные представлены на рисунке 103.

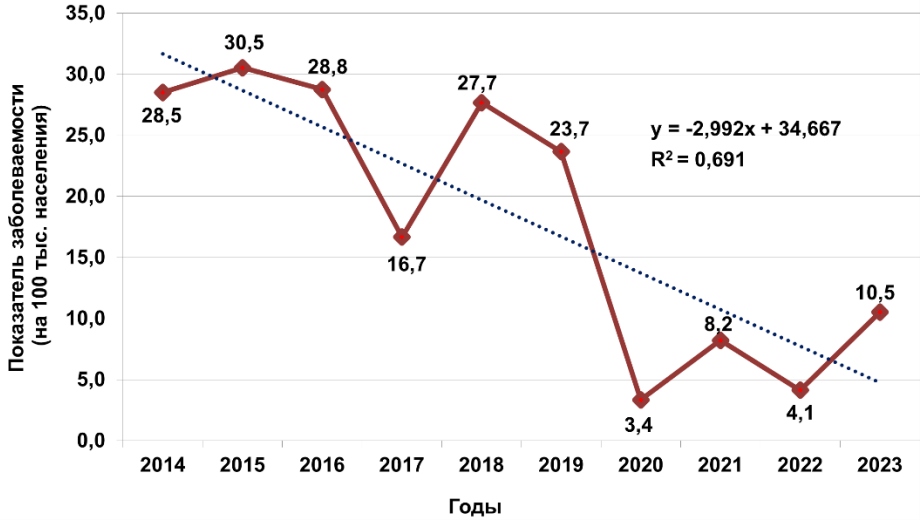


Рисунок 103 – Динамика заболеваемости АПЛ в Астраханской области в 2014–2023 гг. ($^{0}/_{0000}$)

Проявления эпидемического процесса отмечались почти во всех административных территориях области, кроме Черноярского района (рисунок 104).

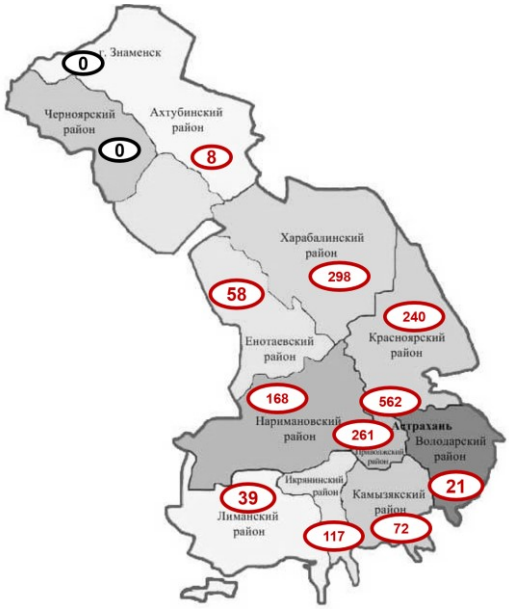


Рисунок 104 – Распределение случаев заболевания АПЛ по административным территориям Астраханской области (2014–2023 гг.)

Но наиболее высокими среднемноголетними показателями заболеваемости характеризовались Харабалинский (73,7 ± 10,4 $^{0}/_{0000}$), Красноярский (65,2 ± 15,1 $^{0}/_{0000}$) и Приволжский (51,8 ± 11,4 $^{0}/_{0000}$) административные районы, расположенные в пределах пустынной, пойменной и дельтовой ландшафтных провинций. Данные представлены в таблице 44.

Таблица 44 – Показатели заболеваемости АПЛ в административных районах Астраханской области в 2014–2023 гг. ($^{0}/_{0000}$)

№ п/п	Наименование административного района	Годы										Средний показатель
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1.	Астрахань	18,1	22,7	14,5	8,6	16,5	12,4	1,7	3,2	1,9	6,4	10,6 ± 2,3
2.	Ахтубинский	0,0	4,5	1,5	1,5	1,6	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2 ± 0,5
3.	Володарский	4,2	0,0	8,4	4,2	10,6	2,1	2,2	2,2	2,2	9,0	4,5 ± 1,1
4.	Енотаевский	23,0	23,1	77,4	27,1	27,6	20,0	16,2	4,1	4,1	3,9	22,6 ± 6,8
5.	Икрянинский	41,8	25,0	48,2	18,9	31,7	40,4	4,3	15,2	8,8	12,4	24,7 ± 4,8
6.	Камызякский	27,0	16,6	12,5	16,8	44,7	15,1	0,0	6,5	4,4	8,4	15,2 ± 4,1
7.	Красноярский	93,7	108,7	129,9	48,2	102,5	105,7	0,0	32,8	11,0	19,4	65,2 ± 15,1
8.	Лиманский	12,7	9,6	16,0	39,1	9,9	33,7	0,0	6,9	0,0	0,0	12,8 ± 4,3
9.	Наримановский	42,7	48,2	69,2	25,0	56,1	72,6	0,0	17,0	8,6	12,5	35,2 ± 8,2
10.	Приволжский	98,9	94,9	66,8	39,8	92,0	61,8	1,9	26,0	10,8	24,8	51,8 ± 11,4
11.	Харабалинский	119,6	117,4	105,3	85,9	74,1	62,4	43,0	46,1	23,3	60,4	73,7 ± 10,4
12.	Черноярский	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 ± 0,0
13.	ЗАТО Знаменск	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 ± 0,0
Среднее		28,5	30,5	28,8	16,7	27,7	23,7	3,4	8,2	4,1	10,5	18,2 ± 3,4

Проявления эпидемического процесса АПЛ в Астраханской области в 2014–2023 гг. наблюдались преимущественно с апреля по ноябрь (99,8 %), что характерно для этой нозологической формы КИ. Первые больные начинали регистрироваться со второй-третьей декады апреля. Пик заболеваемости отмечался в августе-сентябре (52,1 %). Последние случаи АПЛ в основном были выявлены в третьей декаде октября – первой декаде ноября. Самым ранним началом характеризовался эпидемический сезон 2020 г. – с третьей декады марта. В 2014 г., напротив, период регистрации больных продлился дольше, достигнув своего окончания лишь в первой декаде декабря (рисунок 105).

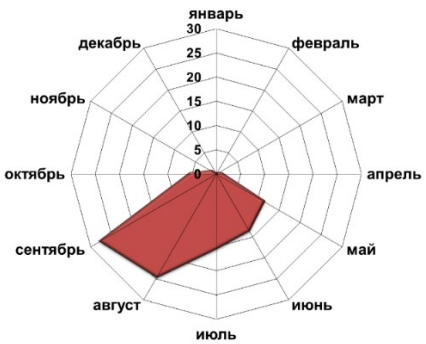


Рисунок 105 – Сезонность АПЛ (число выявленных больных в %) в Астраханской области с 2014 по 2023 г.

Случаи заболевания АПЛ отмечались среди всех возрастных групп, более половины из них пришлось на взрослых трудоспособных лиц (от 20 до 59 лет) – 51,6 %. Дети до 14 лет составили 17,7 %, в том числе раннего возраста (до трёх лет) – 2,8 % (рисунок 106).

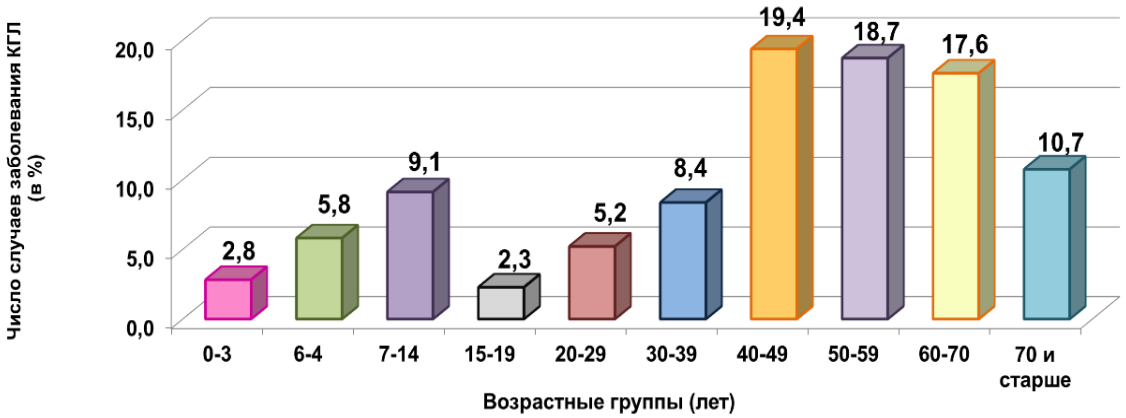


Рисунок 106 – Возрастная структура больных АПЛ в Астраханской области с 2014 по 2023 г. (%)

Проявления эпидемического процесса значительно чаще регистрировались у сельских жителей (65,1 %). Среди заболевших более половины составили лица мужского пола (51,9 %).

Результаты анализа профессиональной и социальной структуры больных этой КИ демонстрируют некоторое превалирование официально неработающих трудоспособных лиц. При этом большинство из них, согласно данным эпидемиологического анамнеза, занимались выполнением строительных и садово-огородных работ на личных приусадебных участках (где содержали дворовых собак – прокормителей клещей-переносчиков *R. conorii* subsp. *caspia*). Заболевшие, профессиональная деятельность которых не связана с риском заражения АПЛ (офисные работники, сотрудники образовательных учреждений и т.д.), составили 8,7 %. Данные представлены на рисунке 107.

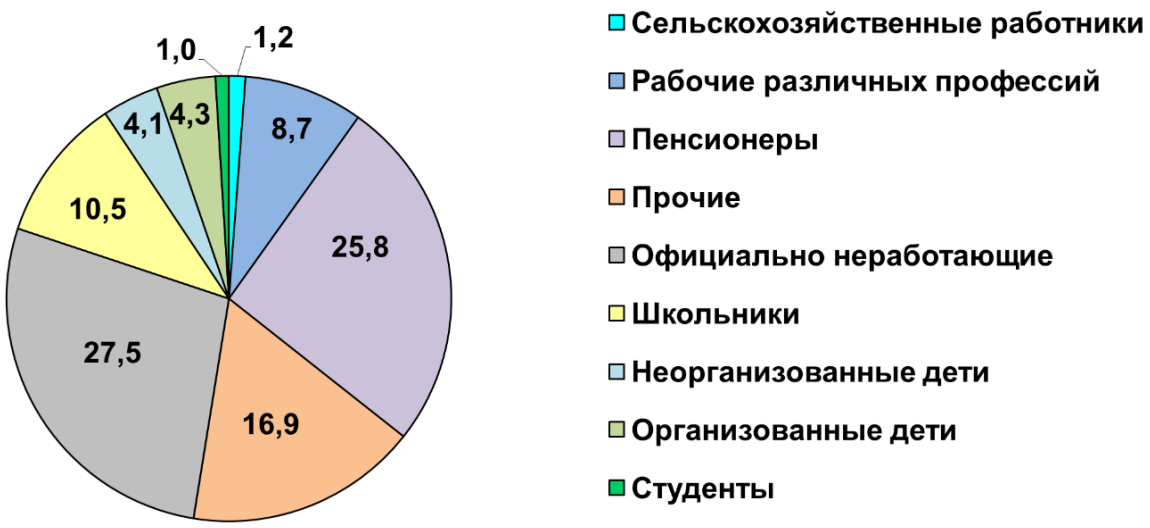


Рисунок 107 – Профессионально-социальная структура больных АПЛ в Астраханской области с 2014 по 2023 г. (%)

Заражение возбудителем АПЛ в Астраханской области преимущественно происходило при реализации трансмиссивного механизма, являющегося основным для этой КИ (присасывание клещей в анамнезе отмечали 59,8 % заболевших). В ряде случаев больные указывали на возможный контакт с членистоногими переносчиками *R. conorii* subsp. *caspia* во время выполнения полевых работ (12,3 %), ухода за собаками (10,1 %) и отдыха на природе (9,7 %). Только в 8,1 % случаев условия инфицирования остались невыясненными (рисунок 108).

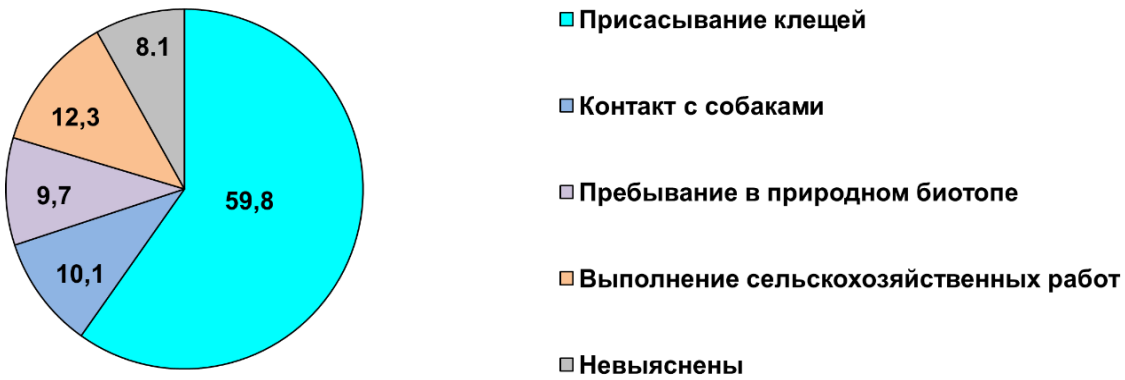


Рисунок 108 – Условия инфицирования возбудителем АПЛ в Астраханской области с 2014 по 2023 г. (%)

На протяжении всего исследуемого периода у больных в Астраханской области отмечалось преимущественно среднетяжёлое течение АПЛ (76,9 %), на долю лёгкого и тяжёлого пришлось 3,6 и 4,9 % соответственно. Некоторое

увеличение доли тяжёлых форм отмечалось в 2020 г. (период пандемии COVID-19) – до 11,8 %. При этом обращает внимание отсутствие регистрации случаев с лёгким течением заболевания с 2020 г. Данные представлены на рисунке 109.

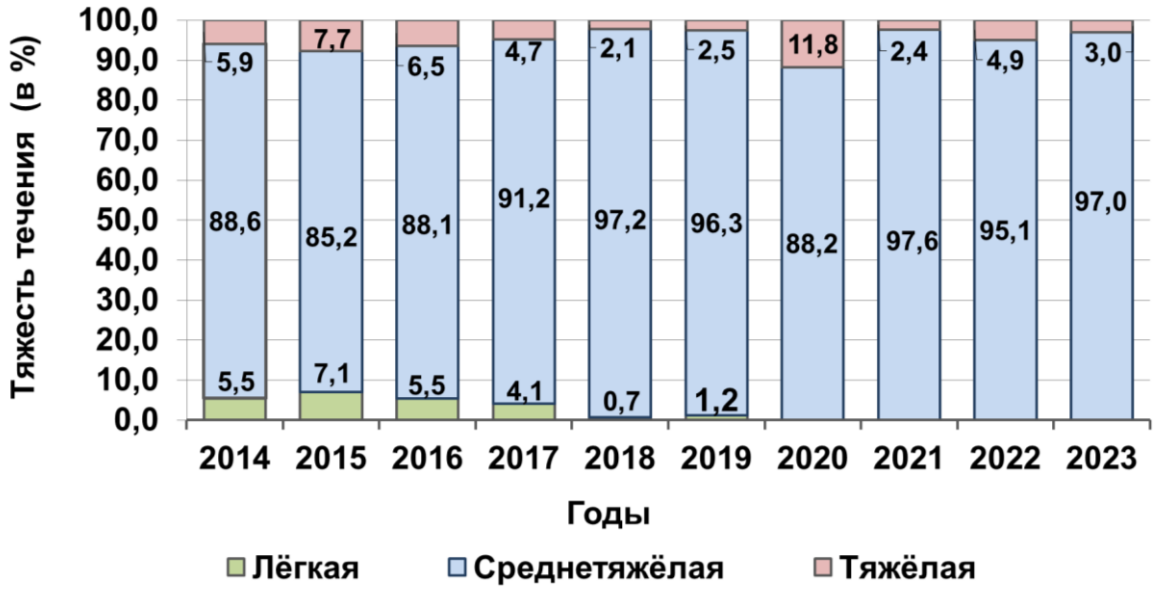


Рисунок 109 – Структура тяжести течения АПЛ в Астраханской области с 2014 по 2023 г. (%)

Таким образом, наблюдаемая тенденция снижения заболеваемости АПЛ в Астраханской области на фоне отсутствия выявления лёгких форм может свидетельствовать о недостаточном выявлении больных, обусловленном низким уровнем настороженности как медицинского персонала, так и населения в отношении этой КИ, что также свидетельствует о целесообразности оптимизации мероприятий эпидемиологического надзора за АПЛ на территории данного субъекта, выбранного в качестве модельного.

5.2. Анализ мониторинга клещей-переносчиков возбудителя Астраханской пятнистой лихорадки в Астраханской области

Согласно литературным данным, основным переносчиком *R. conorii* subsp. *caspia* на территории Астраханской области является клещ *R. pumilio*. Начало выявления больных АПЛ в 2014–2023 гг. совпадало с обнаружением первых особей клещей этого вида на их прокормителях (собаках) и отмечалось обычно с I–III декады апреля (в 2020 г. – с III декады марта). Данные представлены на рисунке 110.

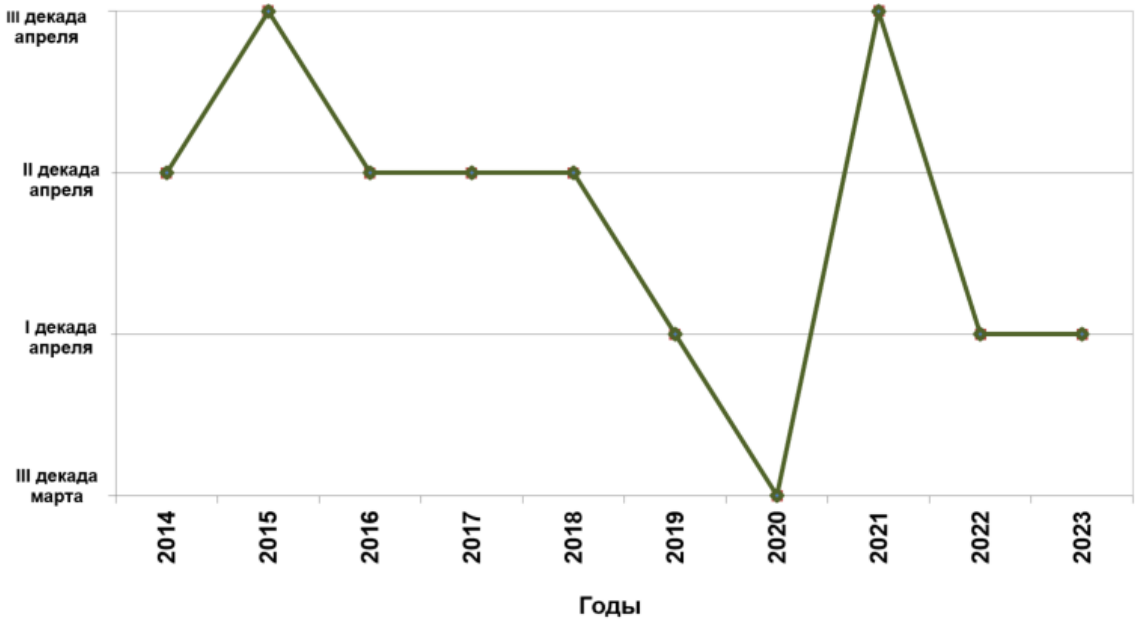


Рисунок 110 – Сроки начала активизации *R. pumilio* и появления больных АПЛ в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Также была установлена прямая сильная корреляционная зависимость показателей заболеваемости населения АПЛ от среднесезонной численности *R. pumilio* ($r=0,8$, $p<0,05$). Среднемноголетний уровень численности клещей этого вида в Астраханской области составил 5,2 ± 0,2. Наиболее высокие значения отмечались в 2015 г. В целом динамика численности *R. pumilio* характеризовалась некоторой тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду $y = -0,106x + 5,813$ ($R^2 = 0,438$). Так, в 2023 г. по сравнению с 2014 г. показатель численности клещей уменьшился на 7 % ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,008 и -0,044 соответственно). При этом обращает внимание отсутствие выраженного снижения численности

R. pumilio в период пандемии COVID-19 (характеризовавшийся низким средним уровнем заболеваемости населения АПЛ, что подробно рассмотрено ранее в разделе 5.1). Значения этого показателя в 2020-2021 гг. (5,1 ± 0,05), были ниже допандемийного уровня 2014–2019 гг. (5,4 ± 0,2) всего лишь на 5,6 %. В 2023 г. численность *R. pumilio,* напротив, возросла, превысив среднее значение за весь период исследования на 2 %. Уровень заболеваемости АПЛ также увеличился, хотя и оставался ниже среднемноголетнего. Данные представлены на рисунке 111.

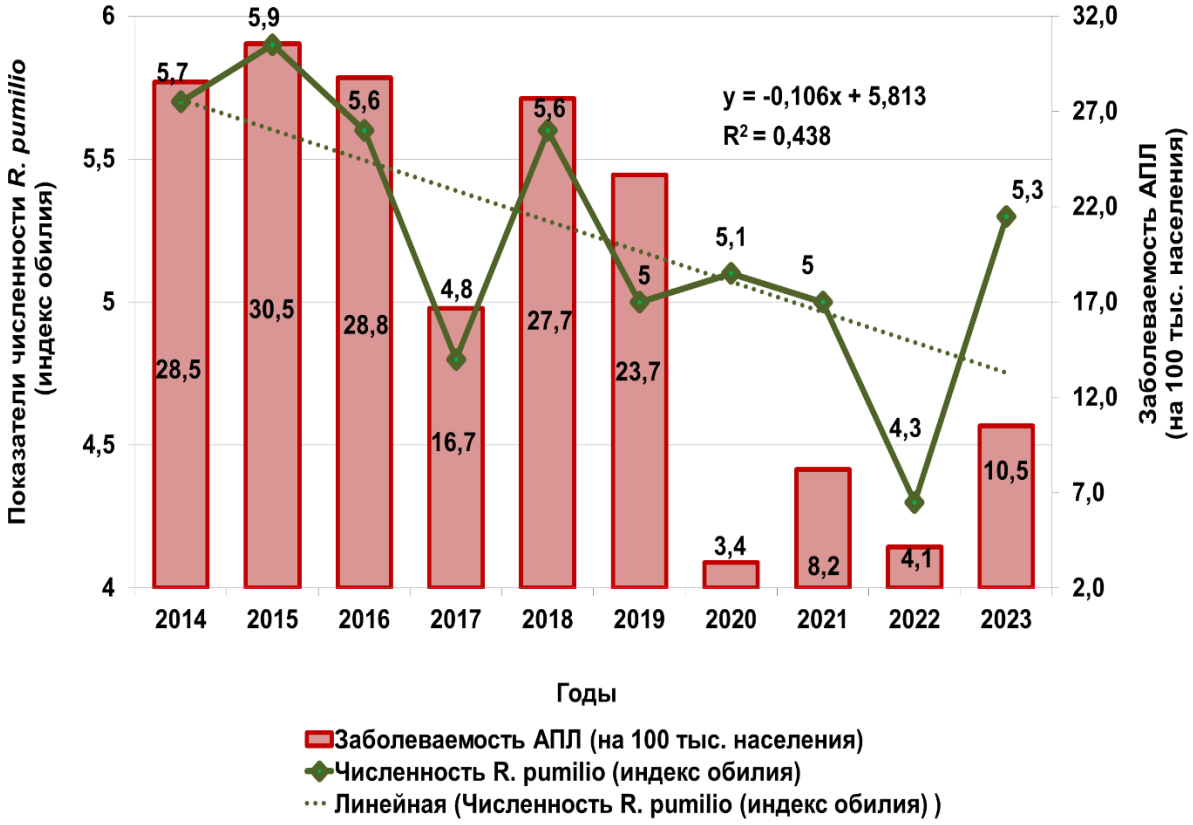


Рисунок 111 – Динамика численности *R. pumilio* и заболеваемости населения АПЛ ($^{0}/_{0000}$) в Астраханской области с 2014 по 2023 г.

Между величиной поголовья как крупного, так и мелкого рогатого скота с показателями численности *R. pumilio* выявлены слабые прямые корреляционные связи (p>0,05). Но, согласно данным литературы, клещи этого вида паразитируют чаще на дворовых собаках, чем на сельскохозяйственных животных [188, 189, 199].

Всего за период 2014–2023 гг. в среднем зарегистрировано 243,6 ± 20,5 $^{0}/_{0000}$ обращений населения в ЛПО для удаления присосавшихся клещей. В целом динамика этого показателя характеризовалась тенденцией к снижению, что

подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -12,667x + 313,259 (R^2 = 0,221), $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,011 и -1,86 соответственно. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. обращаемость населения ($^0/_{0000}$) снизилась на 9,6 %.

Наибольшее число обращений было выявлено в 2019 г. (362,4 ± 5,9 $^0/_{0000}$). Самое низкое (в отличие от региона в целом) – в 2022 г. (156,5 ± 4,1 $^0/_{0000}$), что соответствовало самой низкой численности членистоногих переносчиков *R. conorii* subsp. *caspia* и в 2023 г. (157,3 ± 4,1$^0/_{0000}$), когда, напротив, возросли как показатели численности клещей, так и количество больных этой КИ. Между значениями обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей и уровнем заболеваемости АПЛ выявлена корреляционная связь средней силы (r=0,6, p>0,05). Между величинами численности *R. pumilio* и этим показателем установлена слабая прямая (r=0,2, p>0,05) корреляция. Данные представлены на рисунке 112.

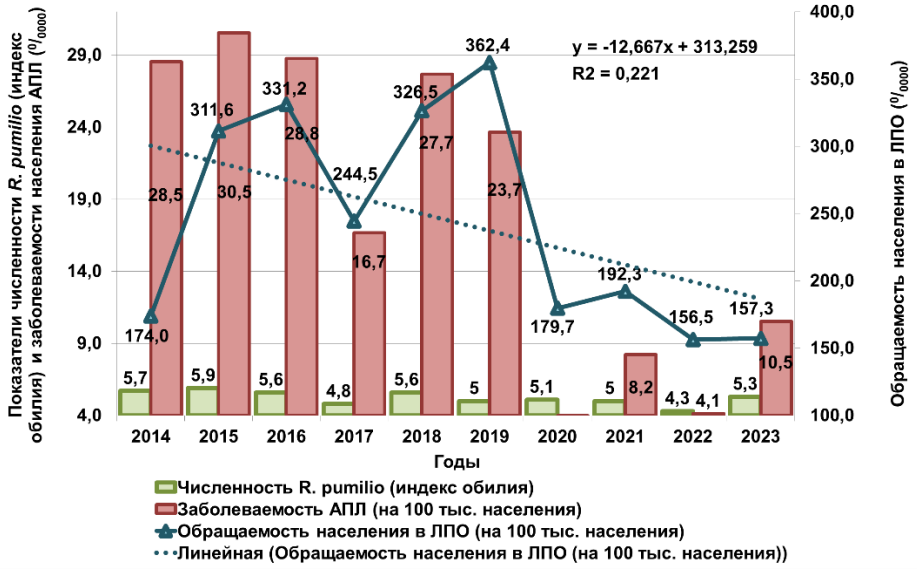


Рисунок 112 – Динамика обращаемости населения в ЛПО для удаления присосавшихся клещей ($^0/_{0000}$), заболеваемости АПЛ ($^0/_{0000}$) и численности *R. pumilio* в Астраханской области с 2014 по 2023 г.

Однако, при сравнении числовых значений обращаемости населения в ЛПО для удаления присосавшихся клещей и заболеваемости АПЛ в разрезе муниципальных районов и городских округов были выявлены определённые несоответствия. Рассчитанные коэффициенты информативности для данного фактора также были низкими (< 0,5). Так, например, показатели обращаемости в

Ахтубинском (189,9 ± 26,8 $^{0}/_{0000}$) и Володарском (241,9 ± 27,2 $^{0}/_{0000}$) районах, характеризующихся невысокой заболеваемостью АПЛ, были больше, чем в Енотаевском районе (113,6 ± 21,7 $^{0}/_{0000}$), где интенсивность проявлений эпидемического процесса была значительно выше. Возможная причина наблюдаемых несоответствий может заключаться в том, что жители районов с более высокой заболеваемостью и низкой обращаемостью чаще самостоятельно удаляли присосавшихся клещей (фактические показатели могут превышать официально зарегистрированные в ЛПО). Данные представлены в таблицах 45-46.

Таблица 45 – Среднемноголетние показатели обращаемости населения в ЛПО ($^{0}/_{0000}$) по поводу присасывания клещей и заболеваемости АПЛ ($^{0}/_{0000}$) по административным территориям Астраханской области с 2014 по 2023 г.

№	Административные территории	Среднемноголетний показатель обращаемости в ЛПО	Среднемноголетний показатель заболеваемости АПЛ
1.	Астрахань	207,5 ± 19,6	10,6 ± 2,3
2.	Ахтубинский	189,9 ± 26,8	1,2 ± 0,5
3.	Володарский	241,9 ± 27,2	4,5 ± 1,1
4.	Енотаевский	113,6 ± 21,7	22,6 ± 6,8
5.	Икрянинский	252,0 ± 34,0	24,7 ± 4,8
6.	Камызякский	307,0 ± 39,0	15,2 ± 4,1
7.	Красноярский	403,2 ± 64,3	65,2 ± 15,1
8.	Лиманский	265,9 ± 31,8	12,8 ± 4,3
9.	Наримановский	277,2 ± 24,1	35,2 ± 8,2
10.	Приволжский	438,4 ± 55,0	51,8 ± 11,4
11.	Харабалинский	488,1 ± 90,7	73,7 ± 10,4
12.	Черноярский	94,2 ± 21,3	0,0 ± 0,0
13.	ЗАТО Знаменск	167,0 ± 19,0	0,0 ± 0,0
	Среднее	243,6 ± 25,8	18,2 ± 3,4

Лабораторные исследования проб клещей на наличие маркеров возбудителя АПЛ в течение исследуемого периода в Астраханской области (в 2014–2023 гг.) не проводились.

Таблица 46 – Ежегодные показатели обращаемости в ЛПО по поводу присасывания иксодовых клещей ($^0/_{0000}$) и заболеваемости населения АПЛ ($^0/_{0000}$) по административным территориям Астраханской области в 2014–2023 гг.

№ п/п	Административные территории	Годы																				Среднее	
		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023			
		Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость	Обращаемость	Заболеваемость
1	Астрахань	143,2	18,1	240,1	22,7	247,1	14,5	203,6	8,6	289,6	16,5	314,1	12,4	160,4	1,7	170,7	3,2	155,8	1,9	150,2	6,4	207,5	10,6
2	Ахтубинский	147,1	0,0	322,2	4,5	303,6	1,5	111,5	1,5	229,2	1,6	274,0	3,2	116,8	0,0	165,6	0,0	128,1	0,0	101,0	0,0	189,9	1,2
3	Володарский	133,1	4,2	230,9	0,0	323,6	8,4	322,1	4,2	335,6	10,6	334,5	2,1	240,1	2,2	230,4	2,2	154,0	2,2	115,1	9,0	241,9	4,5
4	Енотаевский	88,1	23,0	180,7	23,1	247,6	77,4	147,4	27,1	133,8	27,6	104,1	20,0	117,2	16,2	24,4	4,1	28,7	4,1	63,9	3,9	113,6	22,6
5	Икрянинский	165,0	41,8	353,5	25,0	385,9	48,2	268,7	18,9	363,5	31,7	372,6	40,4	146,4	4,3	180,8	15,2	156,4	8,8	126,9	12,4	252,0	24,7
6	Камызякский	189,0	27,0	327,4	16,6	351,2	12,5	372,1	16,8	491,2	44,7	506,3	15,1	238,6	0,0	239,7	6,5	179,7	4,4	175,2	8,4	307,0	15,2
7	Красноярский	317,0	93,7	508,3	108,7	725,1	129,9	407,4	48,2	437,2	102,5	721,2	105,7	278,4	0,0	314,5	32,8	101,7	11,0	221,5	19,4	403,2	65,2
8	Лиманский	184,3	12,7	376,9	9,6	455,6	16,0	237,6	39,1	291,0	9,9	323,6	33,7	137,0	0,0	149,1	6,9	268,2	0,0	236,2	0,0	265,9	12,8
9	Наримановский	243,2	42,7	322,6	48,2	411,2	69,2	337,8	25,0	286,6	56,1	331,8	72,6	157,7	0,0	219,4	17,0	265,9	8,6	196,2	12,5	277,2	35,2
10	Приволжский	376,3	98,9	546,5	94,9	558,3	66,8	475,1	39,8	583,6	92,0	732,1	61,8	394,1	1,9	326,3	26,0	172,0	10,8	219,7	24,8	438,4	51,8
11	Харабалинский	349,1	119,6	897,8	117,4	768,6	105,3	419,5	85,9	738,0	74,1	743,6	62,4	346,9	43,0	422,5	46,1	18,2	23,3	176,3	60,4	488,1	73,7
12	Черноярский	60,9	0,0	178,1	0,0	190,3	0,0	72,4	0,0	83,7	0,0	26,7	0,0	37,9	0,0	43,6	0,0	197,0	0,0	51,5	0,0	94,2	0,0
13	ЗАТО Знаменск	136,9	0,0	216,8	0,0	220,6	0,0	115,1	0,0	141,1	0,0	166,2	0,0	59,9	0,0	138,1	0,0	221,3	0,0	254,0	0,0	167,0	0,0
	Среднее	174	28,5	311,6	30,5	331,2	28,8	244,5	16,7	326,5	27,7	362,4	23,7	179,7	3,4	192,3	8,2	156,5	4,1	157,3	10,5	243,6	18,2

5.3. Оценка комплексного влияния климатических факторов на жизнедеятельность *R. pumilio* и уровень заболеваемости населения Астраханской пятнистой лихорадкой (на примере Астраханской области)

Многочисленные случаи заболевания АПЛ – эндемичной для юга европейской части России КИ регистрируются в регионе уже несколько десятков лет. Однако исследованию зависимости жизнедеятельности иксодовых клещей – переносчиков *R. conorii* subsp. *caspia* (и, косвенно, интенсивности проявлений эпидемического процесса этой трансмиссивной ПОИ) от абиотических показателей в настоящее время посвящено лишь сравнительно небольшое число научных трудов.

Выбор Астраханской области в качестве модельного субъекта для оценки влияния погодных условий на численность *R. pumilio* и (опосредованно) на уровень заболеваемости АПЛ был обусловлен тем, что преобладающее большинство от общего числа больных на юге России были выявлены на данной территории (ранее подробно представлено в разделе 3.1 Главы 3).

Количественный анализ данных был проведён по принципу, применённому ранее для изучения действия абиотических факторов на формирование эпидемиологической ситуации по КГЛ для Ставропольского края и Астраханской области. Ежемесячные показатели климатических факторов, зарегистрированные в течение исследуемого периода, представлены ранее в таблицах 34–39 раздела 4.2.3 Главы 4. Рассчитанные числовые значения коэффициентов корреляции и информативности для климатических факторов «предшествующего» и «текущего» эпидемических сезонов представлены в таблицах 47–50.

Результаты корреляционного анализа и определения информативности свидетельствуют о высокой значимости косвенного влияния целого ряда климатических показателей – температуры воздуха (средней, максимальной и минимальной), количества выпавших осадков, температуры и влажности почвы на различной глубине, относительной влажности воздуха, NDVI весенне-летних и осенних месяцев на формирование эпидемиологической ситуации по АПЛ, что подтверждается литературными данными [11, 188, 189, 199].

Таблица 47 – Значения коэффициентов корреляции (r) климатических факторов «предшествующего» (2013–2022 гг.) эпидемического сезона с численностью клещей *R. pumilio* и уровнем заболеваемости населения АПЛ (в 2014–2023 гг.) в Астраханской области

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов корреляции													
		Максимальная температура воздуха (°С)	Минимальная температура воздуха (°С)	Средняя температура воздуха (°С)	Температура почвы на глубине 10 см (°С)	Температура почвы на глубине 40 см (°С)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
2.	февраль	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3
3.	март	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	*	*	0,1	0,2	-0,4	0,1	0,2
4.	апрель	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	*	*	0,1	0,1	-0,4	0,2	0,3
5.	май	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	*	*	0,2	0,4	-0,5	0,1	0,4
6.	июнь	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	*	*	0,1	0,5	-0,3	0,1	0,5
7.	июль	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,1	0,1	*	*	0,1	0,4	-0,4	0,1	0,5
8.	август	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4	0,2	0,2	*	*	0,2	0,5	0,3	0,1	0,5
9.	сентябрь	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,9**	**-0,9**	**-0,8**	*	*	-0,3	**-0,8**	**-0,9**	0,4	**0,9**
10.	октябрь	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,9**	**-0,9**	**-0,8**	*	*	-0,1	**-0,8**	**-0,8**	0,4	**0,9**
11.	ноябрь	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**-0,8**	**-0,9**	0,1	0,1	-0,4	**-0,8**	**-0,8**	-0,4	**0,9**
12.	декабрь	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,1	0,2	0,3	-0,2	-0,3	-0,1	0,3

* – значения фактора не регистрировались

Таблица 48 – Значения коэффициентов информативности климатических факторов «предшествующего» (2012–2022 гг.) эпидемического сезона, опосредованно влияющих на заболеваемость населения АПЛ (в 2014–2023 гг.) в Астраханской области

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов информативности													
		Максимальная температура воздуха (°С)	Минимальная температура воздуха (°С)	Средняя температура воздуха (°С)	Температура почвы на глубине 10 см (°С)	Температура почвы на глубине 40 см (°С)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	0,78	0,72	0,74	0,84	0,82	0,23	0,26	0,06	0,31	0,37	0,44	0,26	0,22	0,32
2.	февраль	0,76	0,82	0,74	0,68	0,64	0,12	0,14	0,04	0,16	0,24	0,46	0,11	0,09	0,17
3.	март	0,75	0,72	0,68	0,62	0,62	0,48	0,44	0,03	0,17	0,44	0,62	0,78	0,37	0,48
4.	апрель	0,78	0,88	0,76	0,64	0,62	0,61	0,58	*	*	0,26	0,76	0,89	0,3	0,61
5.	май	0,81	0,84	0,88	0,78	0,74	0,82	0,84	*	*	0,45	0,84	0,65	0,88	0,91
6.	июнь	0,91	0,88	0,92	0,71	0,78	0,83	0,82	*	*	0,28	0,87	0,72	0,38	0,91
7.	июль	0,85	0,92	0,89	0,78	0,74	0,78	0,82	*	*	0,1	0,86	0,82	0,26	0,89
8.	август	0,89	0,92	0,88	0,68	0,76	0,68	0,64	*	*	0,37	0,82	0,92	0,22	0,91
9.	сентябрь	2,93	2,21	2,44	0,78	0,74	0,81	0,82	*	*	0,45	0,92	2,38	0,34	1,14
10.	октябрь	2,03	2,12	1,98	0,61	0,63	0,64	0,63	*	*	0,05	0,14	2,65	0,01	1,02
11.	ноябрь	1,02	0,98	0,92	0,21	0,3	0,09	0,1	0,03	0,15	0,09	0,07	0,92	0,42	0,88
12.	декабрь	0,82	0,91	0,78	0,68	0,65	0,14	0,24	0,3	0,2	0,37	0,33	0,52	0,34	0,12

* – значения фактора не регистрировались

Таблица 49 – Значения коэффициентов корреляции (r) климатических факторов «текущего» эпидемического сезона с численностью клещей *R. pumilio* и уровнем заболеваемости населения АПЛ (в 2014–2023 гг.) в Астраханской области

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов корреляции													
		Максимальная температура воздуха (°С)	Минимальная температура воздуха (°С)	Средняя температура воздуха (°С)	Температура почвы на глубине 10 см (°С)	Температура почвы на глубине 40 см (°С)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1
2.	февраль	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1
3.	март	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**-0,8**	**-0,9**	*	*	-0,4	**-0,9**	**-0,8**	0,4	**0,8**
4.	апрель	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**-0,8**	**-0,8**	*	*	-0,1	**-0,8**	**-0,8**	0,2	**0,9**
5.	май	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	*	*	0,1	-0,5	-0,5	0,2	0,5
6.	июнь	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3	*	*	0,1	0,5	0,5	0,1	0,5
7.	июль	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	*	*	0,1	0,4	0,4	0,1	0,5
8.	август	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,8**	**0,9**	*	*	0,1	**0,8**	**0,8**	0,3	**0,8**
9.	сентябрь	0,5	0,5	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	*	*	0,2	0,1	0,3	0,1	0,5
10.	октябрь	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,1	0,1	*	*	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4
11.	ноябрь	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
12.	декабрь	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,1	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3

* – значения фактора не регистрировались

Таблица 50 – Значения коэффициентов информативности климатических факторов «текущего» эпидемического сезона, опосредованно влияющих на заболеваемость населения АПЛ (в 2014–2023 гг.) в Астраханской области

№ п/п	Названия месяцев	Наименования факторов и числовые значения коэффициентов информативности													
		Максимальная температура воздуха (°С)	Минимальная температура воздуха (°С)	Средняя температура воздуха (°С)	Температура почвы на глубине 10 см (°С)	Температура почвы на глубине 40 см (°С)	Влажность почвы на глубине 10 см (%)	Влажность почвы на глубине 40 см (%)	Глубина снежного покрова (м)	Доля площади, покрытой снегом (%)	Атмосферное давление (Па)	Относительная влажность воздуха (%)	Количество выпавших осадков (кг/м^2)	Облачность (%)	NDVI (отн. ед.)
1.	январь	0,88	0,91	0,86	0,78	0,74	0,39	0,1	0,46	0,1	0,09	0,3	0,51	0,07	0,05
2.	февраль	0,86	0,91	0,88	0,76	0,72	0,19	0,04	0,5	0,1	0,23	0,07	0,46	0,38	0,08
3.	март	2,82	1,33	1,48	0,89	0,82	0,78	0,72	*	*	0,26	0,89	1,92	0,41	0,68
4.	апрель	1,08	2,93	1,84	0,92	0,98	0,74	0,72	*	*	0,35	0,96	0,98	0,28	0,81
5.	май	0,87	0,82	0,88	0,74	0,71	0,72	0,73	*	*	0,29	0,88	0,78	0,09	0,81
6.	июнь	0,88	0,84	0,82	0,65	0,74	0,68	0,62	*	*	0,46	0,67	0,62	0,44	0,82
7.	июль	0,87	0,84	0,82	0,68	0,64	0,78	0,65	*	*	0,44	0,58	0,62	0,19	0,81
8.	август	2,86	2,78	1,98	0,72	0,68	0,66	0,61	*	*	0,48	0,82	2,02	0,05	1,65
9.	сентябрь	0,82	0,88	0,84	0,56	0,54	0,52	0,54	*	*	0,26	0,14	0,83	0,26	0,81
10.	октябрь	0,78	0,62	0,64	0,32	0,26	0,22	0,11	*	*	0,09	0,34	0,63	0,31	0,82
11.	ноябрь	0,82	0,76	0,74	0,32	0,34	0,06	0,21	0,26	0,02	0,06	0,1	0,62	0,19	0,72
12.	декабрь	0,82	0,84	0,78	0,26	0,19	0,09	0,14	0,15	0,17	0,14	0,18	0,16	0,14	0,15

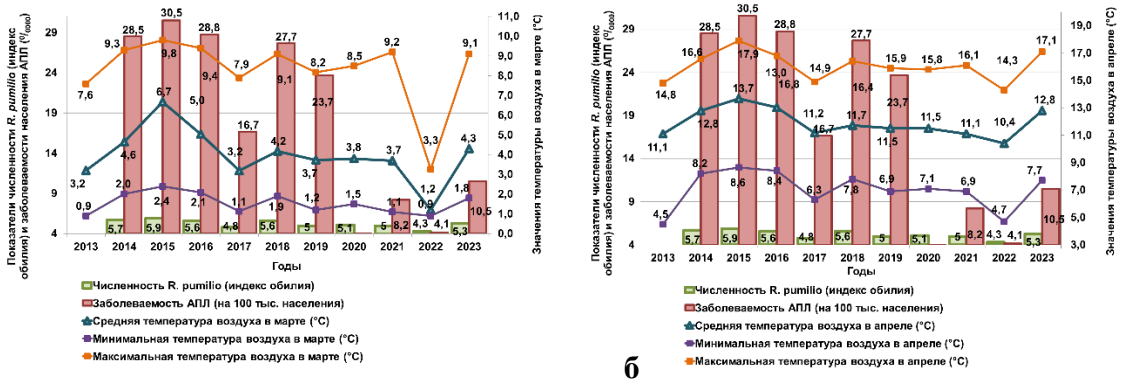
* – значения фактора не регистрировались

Однако наиболее высокие числовые значения коэффициентов корреляции (r= 0,8–0,9, p<0,05) и информативности (от 2,93 до 0,95) были получены для сентябрьских, октябрьских, и ноябрьских показателей предшествующего эпидемического сезона, а также мартовских, апрельских и августовских показателей текущего года. Это также обусловлено особенностями комплексного влияния климатических факторов на разные стадии жизненного цикла *R. pumilio.* Так, известно, что клещ этого вида относится к трёххозяинному типу и паразитирует на зайцах, ежах, грызунах, дворовых собаках, реже на крупном и мелком рогатом скоте, лошадях [11, 188, 189, 199]. Преимагинальные фазы и взрослые особи питаются на трёх различных прокормителях, покидая тело хозяина после насыщения [11]. По данным различных авторов, имаго паразитируют с апреля по сентябрь (но наиболее активно в весенние месяцы), нимфы – с мая по август (преимущественно в июле-августе), личинки – в основном в июле. Зимовать в природе могут все фазы развития клеща, а также яйца [188, 189, 199]. Кроме того, *R. pumilio* способен производить более одной генерации в год [188, 189, 199]. Согласно данным, представленным в разделе 5.1 Главы 5 период регистрации больных АПЛ в Астраханской области начинается с апреля и длится до октября-ноября. Пик интенсивности проявлений эпидемического процесса этой КИ отмечается в августе-сентябре (52,1 %), что обусловлено увеличением числа ювенальных форм клещей [188, 189, 199]. И. В. Тарасевич также указывает, что в апреле-мае инфицирование людей *R. conorii* subsp. *caspia* преимущественно связано с присасыванием имаго *R. pumilio*, а в июле и августе – нимф [188, 189]. В связи с этим становится очевидным наличие широкого перечня факторов предыдущего и текущего года, способных оказать выраженное влияние на развитие и численность клещей данного вида и, косвенно, на заболеваемость населения АПЛ.

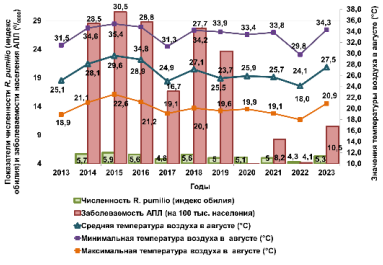
Кроме того, результаты анализа абиотических показателей свидетельствуют об отсутствии их неблагоприятного влияния в 2020-2021 гг., которое могло бы опосредованно способствовать наблюдаемому снижению уровня заболеваемости этой КИ в Астраханской области в период пандемии COVID-19. Так, согласно

данным таблиц 34–39 раздела 4.2.3. Главы 4 показатели климатических факторов не выходили за пределы среднемноголетних значений предшествующих лет.

Вместе с тем, установлено, что возможной причиной зарегистрированного в 2023 г. подъёма интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ могло послужить положительное опосредованное действие климатических факторов. Погодные условия наиболее значимых месяцев в целом были благоприятными для жизнедеятельности *R. pumilio*. Однако наибольшими отклонениями от среднемноголетних показателей 2013–2021 гг. (согласно сведениям таблиц 34–39 раздела 4.2.3. Главы 4), способствующими увеличению численности клещей этого вида характеризовались средняя, максимальная и минимальная температура воздуха в марте, апреле и августе текущего года, а также в сентябре, октябре и ноябре предшествующего и текущего эпидемического сезона (превышение в среднем на 0,5 – 0,9 °С), а также температура (превышение на 1,2 °С) и влажность (выше на 6,7 %) почвы на глубине 10 см а также относительная влажность воздуха (превышение на 1,7 %) и количество выпавших осадков (выше на 23,1 %) в августе текущего года. Данные представлены на рисунках 113–115.

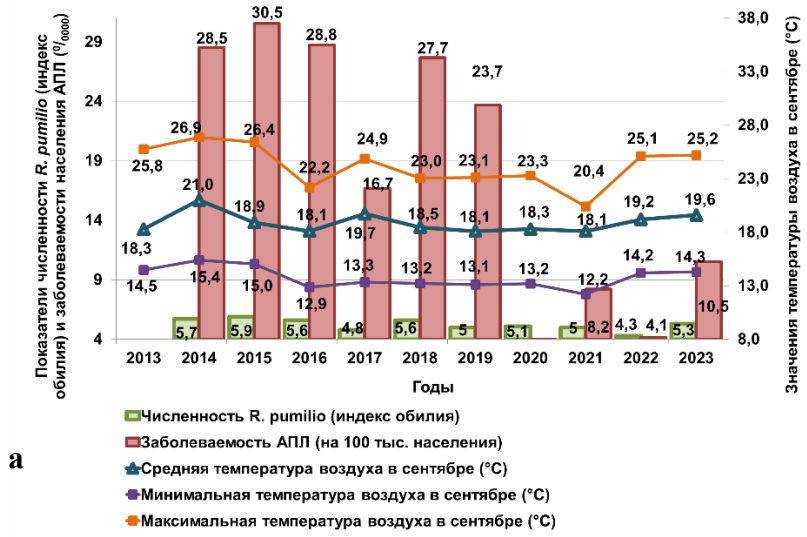


а б

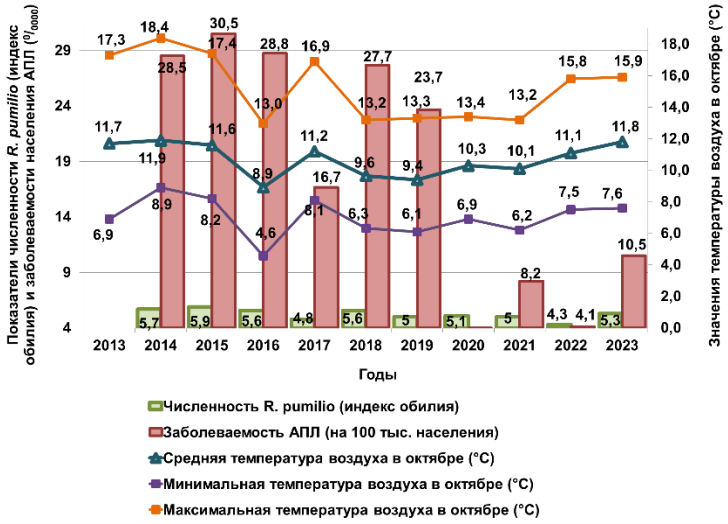


в

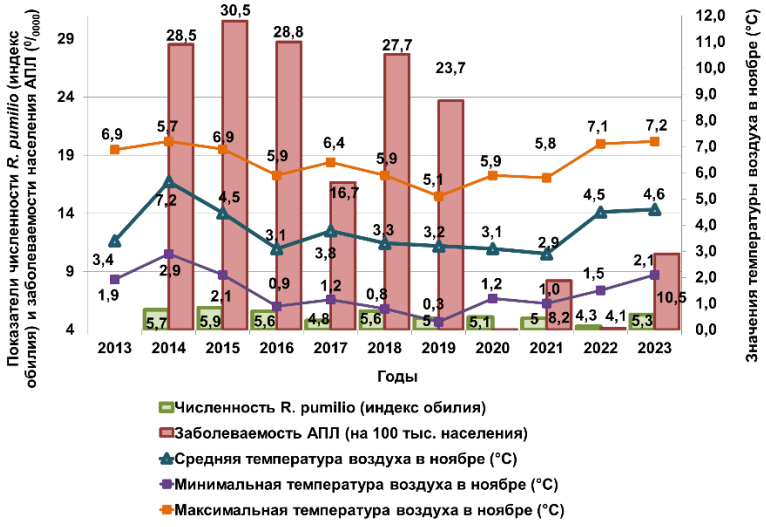
Рисунок 113 – Влияние температуры воздуха в марте (а), апреле (б) и августе (в) текущего года (°С) на среднесезонную численность *R. pumilio* и уровень заболеваемости населения АПЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области



а



б



в

Рисунок 114 – Влияние температуры воздуха в сентябре (а), октябре (б) и ноябре (в) предшествующего и текущего года (°С) на среднесезонную численность *R. pumilio* и уровень заболеваемости населения АПЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области

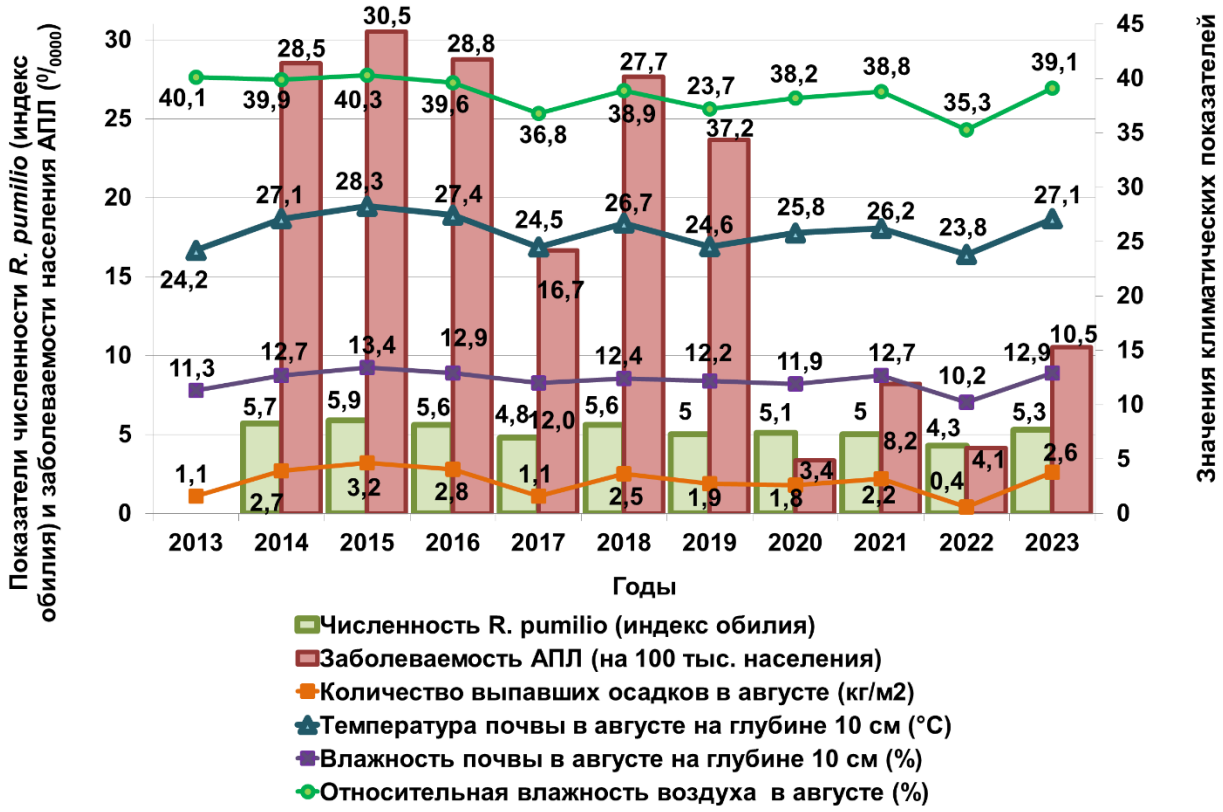


Рисунок 115 – Влияние климатических факторов августа текущего года на среднесезонную численность *R. pumilio* и уровень заболеваемости населения АПЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области

Таким образом, уровень заболеваемости АПЛ в Астраханской области в наибольшей степени опосредованно зависит от осенних (с сентября по ноябрь) значений климатических факторов предшествующего года, а также весенних (мартовских и апрельских) и летних (августовских) показателей текущего эпидемического сезона, влияющих на *R. pumilio* в соответствии с их жизненным циклом.

5.4. Анализ проведения профилактических и противоэпидемических мероприятий в Астраханской области

Комплекс профилактических мероприятий, направленных на снижение заболеваемости АПЛ, включает, в первую очередь, непосредственно противоклещевые мероприятия и информационно-разъяснительную работу с населением для повышения осведомленности жителей эндемичных регионов в отношении этой КИ.

Подробный анализ проведения акарицидных обработок открытых стаций, ранее был представлен в разделе 4.2.4 Главы 4. При этом между показателями их выполнения с численностью *R. pumilio* и уровнями заболеваемости населения АПЛ также выявлены слабые отрицательные прямые корреляции (r= -0,1 и -0,2 соответственно, p>0,05). Данные представлены на рисунке 116.

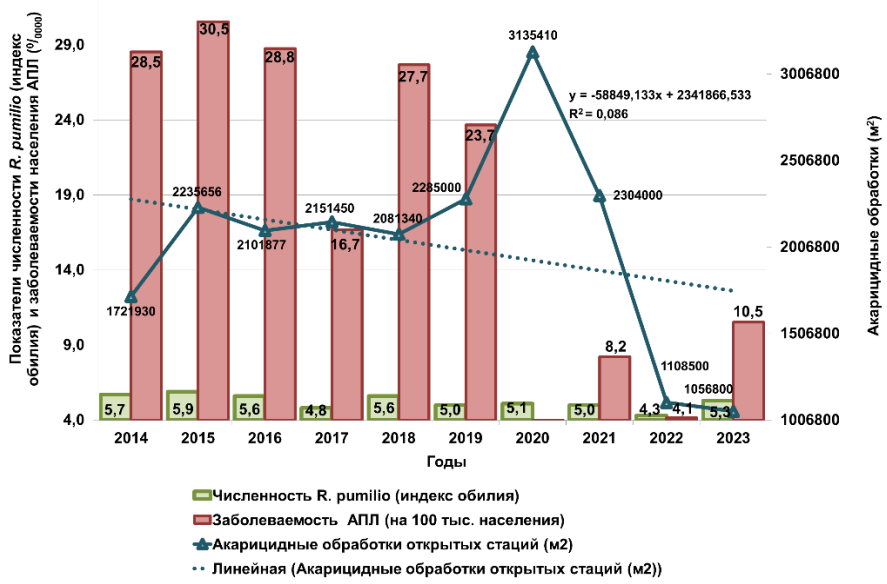


Рисунок 116 – Динамика проведения акарицидных обработок открытых стаций (м^2), численности *R. pumilio* и заболеваемости населения АПЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Результаты анализа выполнения противоклещевых обработок сельскохозяйственных животных также были ранее представлены в разделе 4.2.4 Главы 4. При этом между показателями их выполнения с численностью *R. pumilio* и уровнями заболеваемости населения АПЛ также выявлены слабые отрицательные прямые корреляции как для крупного (-0,1 и -0,4, p>0,05), так и для

мелкого (-0,3 и -0,4, p>0,05) рогатого скота. Данные представлены на рисунке 117. При этом следует отметить, что, согласно данным литературы, клещи этого вида паразитируют на сельскохозяйственных животных реже, чем на дворовых собаках.

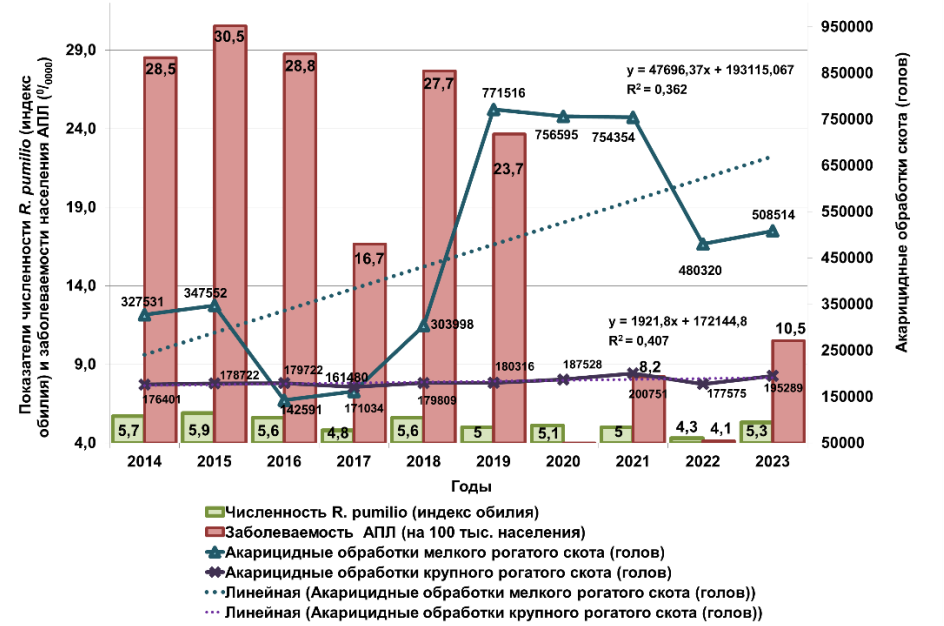


Рисунок 117 – Динамика проведения акарицидных обработок крупного и мелкого рогатого скота (голов), численности *R. pumilio* и заболеваемости населения АПЛ ($^{0}/_{0000}$) в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Кроме того, показатели проведения акарицидных мероприятий открытых стаций, пастбищ крупного и мелкого рогатого скота характеризовались низкими (< 0,5) значениями коэффициентов информативности.

Также в течение исследуемого периода активно проводилась информационно-разъяснительная работа с населением. Повышение настороженности жителей Астраханской области в отношении КИ и уровня знаний по использованию репеллентов, по выбору защитной одежды, о способах защиты от присасывания клещей и алгоритму действий при обнаружении их на кожных покровах осуществлялись посредством выступлений по телевидению и публикаций в газетах. Подробный анализ данных по их проведению также уже ранее был представлен в разделе 4.2.4 Главы 4. Вместе с тем, между показателями проведения информационно-разъяснительной работы и уровнями заболеваемости населения АПЛ выявлены слабые прямые корреляционные связи (r= 0,1–0,3, p>0,05). Данные представлены на рисунках 118–119. Кроме того, эти факторы

также характеризовались низкими (< 0,5) значениями коэффициентов информативности.

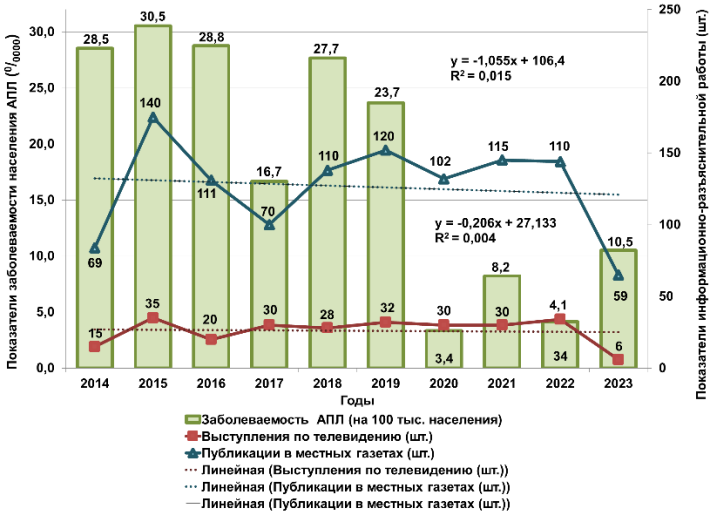


Рисунок 118 – Показатели выполнения информационно-разъяснительных мероприятий (выступлений по телевидению и публикаций в газетах) и заболеваемости населения АПЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области с 2014 по 2023 г.

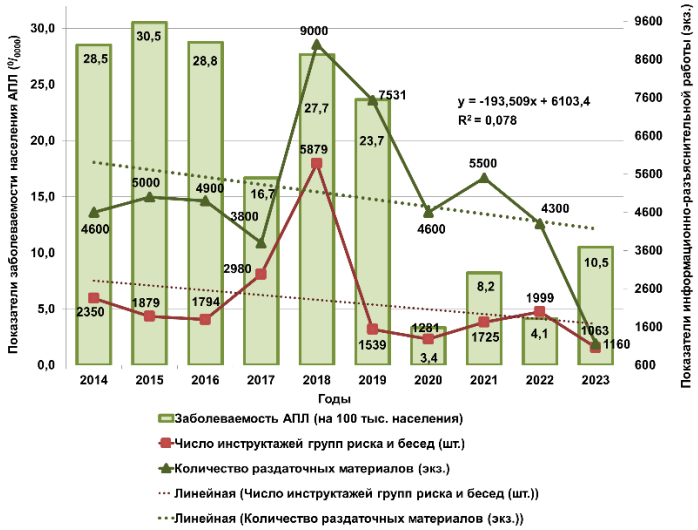


Рисунок 119 – – Показатели выполнения информационно-разъяснительных мероприятий (инструктажей групп риска и бесед, подготовки раздаточных материалов) и заболеваемости населения АПЛ ($^0/_{0000}$) в Астраханской области с 2014 по 2023 г.

Анализ результатов противоэпидемических мероприятий свидетельствует, что в Астраханской области в течение периода исследования были госпитализированы с провизорной целью 1985 человек. Динамика этого показателя характеризуется тенденцией к снижению, что подтверждается

уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -32,636x + 378 (R^2 = 0,718). В 2023 г. по сравнению с 2014 г. значение показателя уменьшилось на 64,8 % ($T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,11 и -22,11 соответственно). Наибольшее количество провизорных госпитализаций отмечалось в 2015 г. (325). Выраженное снижение числа лиц, госпитализированных по провизорным показаниям, наблюдалось в 2020 г. (начало периода пандемии COVID-19) – до 38, наиболее вероятные причины которого были рассмотрены ранее в разделе 1.1 Главы 1. Однако, значения этого показателя после стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19 (в 2022-2023 гг.) по-прежнему были значительно ниже допандемийного уровня 2014–2019 гг. (284 ± 17,5) – на 84,5 и 62 % соответственно. Между количеством провизорных госпитализаций и числом больных АПЛ выявлены сильные прямые корреляционные связи (r= 0,9, p<0,05). Данные представлены на рисунке 120.

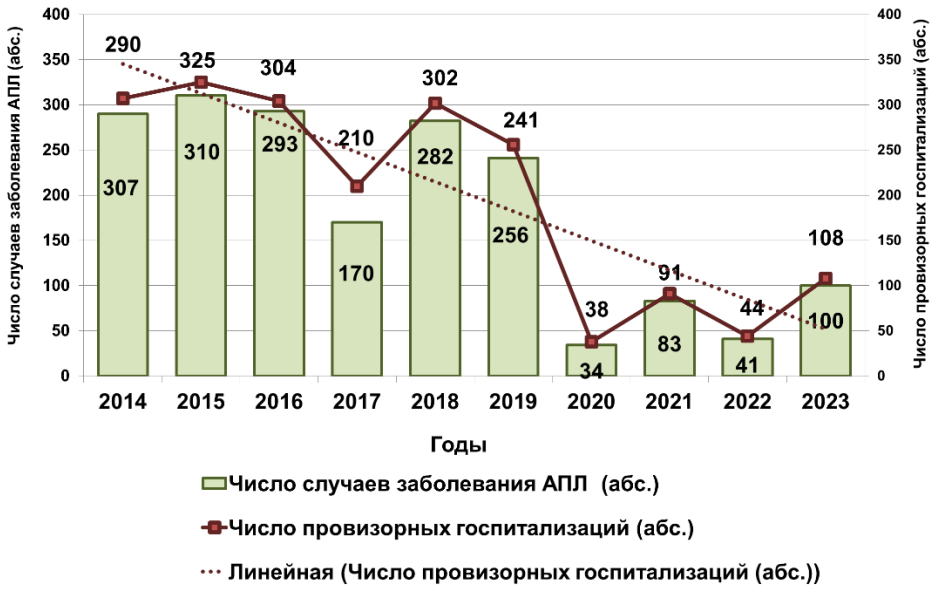


Рисунок 120 – Динамика количества провизорных госпитализаций и числа больных АПЛ в Астраханской области (2014–2023 гг.)

Кроме того, установлен низкий уровень ранней (в первые три дня после начала заболевания) обращаемости больных этой КИ за медицинской помощью – 22 %. Очень позднее обращение пациентов (спустя более 10 суток) было зафиксировано в 16,9 % случаев, что увеличивало вероятность развития тяжёлых форм АПЛ и осложнений. Данные представлены на рисунке 121.

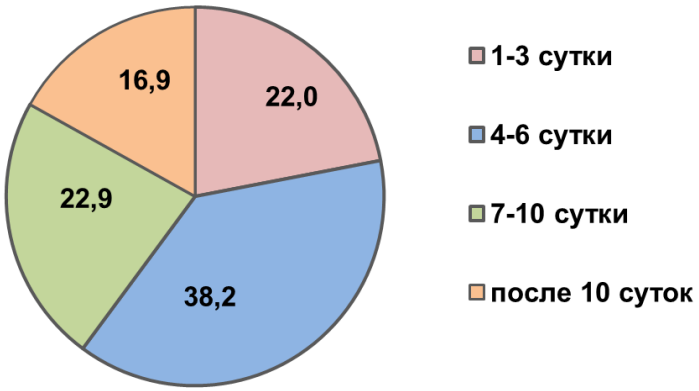


Рисунок 121 – Сроки обращения больных АПЛ в ЛПО после начала заболевания в Астраханской области с 2014 по 2023 г. (%)

При обращении больных этой КИ в ЛПО предварительный диагноз «АПЛ?» сразу был поставлен в 62,7 % случаев. Данные представлены на рисунке 122.

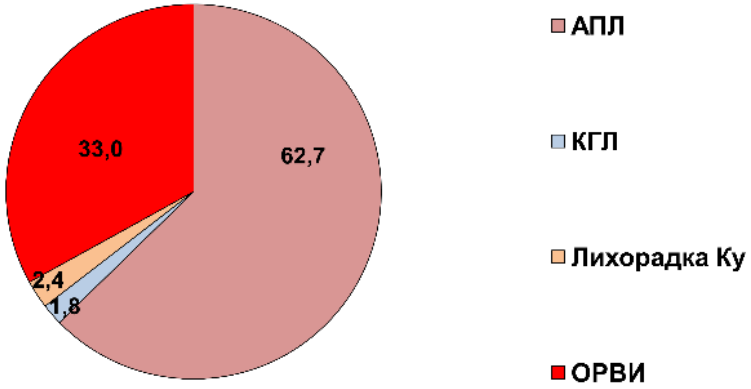


Рисунок 122 – Структура предварительных диагнозов у больных АПЛ в Астраханской области с 2014 по 2023 г. (%)

Однако лабораторно-диагностические исследования (методом ПЦР) были выполнены только 30,6 % больным. В остальных случаях диагноз был установлен только по наличию характерной клинической симптоматики (первичного аффекта, пятнисто-папулёзной сыпи, лихорадки).

Полученные результаты изучения сведений по обращаемости больных за медицинской помощью, провизорным госпитализациям и клинической диагностике свидетельствуют о недостаточно высоком уровне настороженности медицинских работников первичного звена здравоохранения и жителей Астраханской области в отношении АПЛ.

Таким образом, согласно данным проведённого анализа современной эпидемиологической ситуации по АПЛ в Астраханской области, с 2014 по 2023 г. на данной территории было выявлено 1844 случаев этой КИ (98,2 % от их общего числа, зарегистрированных в регионе). Установлено, что среднемноголетний уровень заболеваемости (18,2 ± 3,4 $^{0}/_{0000}$) превысил аналогичные показатели по югу России (0,7 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) и стране в целом (0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) в 26 и 182 раза соответственно. Однако при этом выявлено, что динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ характеризовалась тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли -0,1). Установлено, что среди заболевших превалировали взрослые лица трудоспособного возраста от 25 до 59 лет (51,6 %).

Установлены высокие корреляционные зависимости заболеваемости населения этой КИ от среднесезонной численности *R. pumilio* ($r=0,8$, $p<0,05$). Результаты изучения комплексного влияния климатических факторов на жизнедеятельность клещей данного вида (и опосредованно на уровень заболеваемости АПЛ) свидетельствуют, что наиболее значимые показатели представлены осенними значениями климатических факторов предшествующего года, а также весенними и летними текущего эпидемического сезона ($r= 0,8–0,9$, значения коэффициентов информативности от 2,93 до 0,95.)

Результаты анализа выполнения профилактических мероприятий свидетельствуют, что в течение исследуемого периода акарицидные обработки проводились согласно планам, также уделялось внимание информационно-разъяснительной работе с населением. Однако установленные поздняя обращаемость большинства больных за медицинской помощью (в первые трое суток – 22 %) и низкая частота лёгких клинических форм (3,6 %, с их отсутствием с 2020 г.) также свидетельствуют о недостаточной настороженности как медицинского персонала, так и населения в отношении АПЛ.

Глава 6. РАЗРАБОТКА «ПРОГНОЗНЫХ» И «УТОЧНЯЮЩИХ» МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КРЫМСКОЙ ГЕМОРРАГИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКОЙ (НА ПРИМЕРЕ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

6.1. Принципы разработки моделей и выбора факторов

«Прогнозная» и «Уточняющая» модели динамики заболеваемости КГЛ были разработаны для составления краткосрочного количественного прогноза и эпидемиологического анализа (учитывающего результаты прогнозирования и влияние факторов текущего года) соответственно, а также выявления условий, оказавших наиболее выраженное действие на формирование эпидемиологической ситуации по этой КИ.

В отличие от предыдущих прогнозных методик, разработанные «Прогнозная» и «Уточняющая» модели принципиально отличаются по принципам функционирования и обладают рядом преимуществ:

– выполнение вычислений и получение данных по отдельным административным (муниципальным) районам обеспечивает более точное и эффективное применение результатов в практической деятельности;

– математические расчёты базируются на пороговых уровнях заболеваемости, представленных в виде относительных показателей (на 100 тыс. населения);

– возможно однократное проведение определения информативных факторов на основе данных их многолетних значений, не требующее обязательного повторения при составлении ежегодных расчётов (повышение оперативности получения результатов);

– модели разработаны и функционируют на основе Microsoft Excel 2010 (отсутствие материальных затрат на приобретение дополнительных программ и поддержание их работы);

– относительно просты в применении (не требуют привлечения специалистов в сфере информационных технологий или длительного обучения);

– предусмотрено добавление неограниченного числа новых факторов без внесения изменений в структуру функционирования моделей.

При выборе факторов для построения «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей учитывали соответствие каждого из них следующим обязательным критериям:

- наличие числового значения (для возможности использования при проведении математических расчётов);

- доказанное, согласно литературным данным, прямое влияние на жизнедеятельность *H. marginatum* и (косвенно) на заболеваемость населения КГЛ;

- наличие многолетних сведений для обеспечения проведения их всестороннего анализа.

В разработанных моделях все расчёты автоматизированы. Архитектура разработанного программного обеспечения для выполнения математических операций состоит из семи отдельных вкладок. Главная страница программы представлена на рисунке 123.

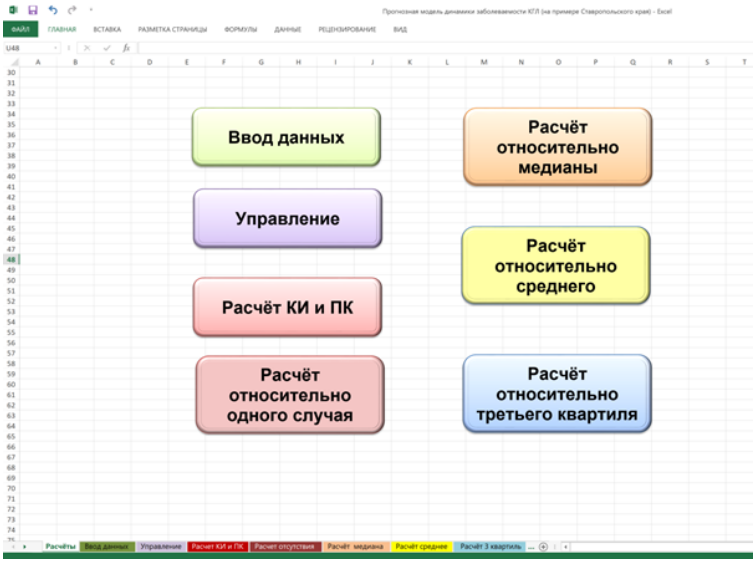
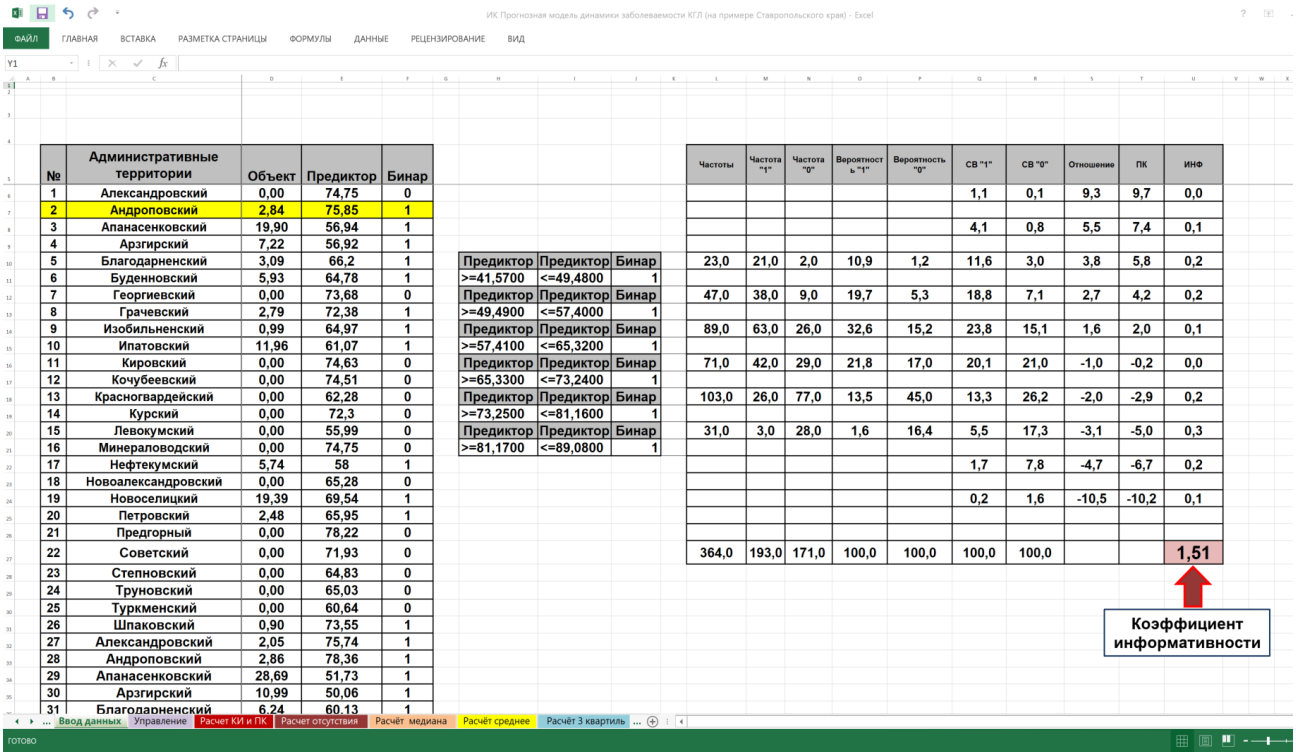


Рисунок 123 – Главная страница программы для автоматического выполнения расчётов «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей

Для выполнения расчётов ПК и ИК все многолетние значения исследуемого фактора по каждому административному району заносятся в графу «Предиктор», показатели заболеваемости (на 100 тыс. населения) – в графу «Объект» вкладки

«Ввод данных». При этом в «Прогнозных» моделях каждому значению ИП заболеваемости (на 100 тыс. населения) соответствует показатель предшествующего по отношению к анализируемому календарного года, в «Уточняющих» – текущего.

На рисунке 124 представлен фрагмент вкладки «Ввод данных» «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края). В соответствующие графы внесены числовые значения выбранного климатического показателя (на примере фактора «Относительная влажность воздуха в июне») с 2005 по 2018 г. и данные по заболеваемости КГЛ (на 100 тыс. населения) с 2006 по 2019 г. Значению относительной влажности воздуха в июне в 2005 г. в Андроповском районе 75,85 % соответствует зарегистрированный в следующем календарном 2006 г. ИП заболеваемости (на 100 тыс. населения) 2,84.



№	Административные территории	Объект	Предиктор	Бинар
1	Александровский	0,00	74,75	0
2	Андроповский	2,84	75,85	1
3	Апанасенковский	19,90	56,94	1
4	Арзгирский	7,22	56,92	1
5	Благодарненский	3,09	66,2	1
6	Буденновский	5,93	64,78	1
7	Георгиевский	0,00	73,68	0
8	Грачевский	2,79	72,38	1
9	Изобильненский	0,99	64,97	1
10	Ипатовский	11,96	61,07	1
11	Кировский	0,00	74,63	0
12	Кочубеевский	0,00	74,51	0
13	Красногвардейский	0,00	62,28	0
14	Курский	0,00	72,3	0
15	Левокумский	0,00	55,99	0
16	Минераловодский	0,00	74,75	0
17	Нефтекумский	5,74	58	1
18	Новоалександровский	0,00	65,28	0
19	Новоселицкий	19,39	69,54	1
20	Петровский	2,48	65,95	1
21	Предгорный	0,00	78,22	0
22	Советский	0,00	71,93	0
23	Степновский	0,00	64,83	0
24	Труновский	0,00	65,03	0
25	Туркменский	0,00	60,64	0
26	Шпаковский	0,90	73,55	1
27	Александровский	2,05	75,74	1
28	Андроповский	2,86	78,36	1
29	Апанасенковский	28,69	51,73	1
30	Арзгирский	10,99	50,06	1
31	Благодарненский	6,24	60,13	1

Предиктор	Предиктор	Бинар
>=41,5700	<=49,4800	1
Предиктор	Предиктор	Бинар
>=49,4900	<=57,4000	1
Предиктор	Предиктор	Бинар
>=57,4100	<=65,3200	1
Предиктор	Предиктор	Бинар
>=65,3300	<=73,2400	1
Предиктор	Предиктор	Бинар
>=73,2500	<=81,1600	1
Предиктор	Предиктор	Бинар
>=81,1700	<=89,0800	1

Частоты	Частота "1"	Частота "0"	Вероятность "1"	Вероятность "0"	СВ "1"	СВ "0"	Отношение	ПК	ИНФ
					1,1	0,1	9,3	9,7	0,0
					4,1	0,8	5,5	7,4	0,1
23,0	21,0	2,0	10,9	1,2	11,6	3,0	3,8	5,8	0,2
47,0	38,0	9,0	19,7	5,3	18,8	7,1	2,7	4,2	0,2
89,0	63,0	26,0	32,6	15,2	23,8	15,1	1,6	2,0	0,1
71,0	42,0	29,0	21,8	17,0	20,1	21,0	-1,0	-0,2	0,0
103,0	26,0	77,0	13,5	45,0	13,3	26,2	-2,0	-2,9	0,2
31,0	3,0	28,0	1,6	16,4	5,5	17,3	-3,1	-5,0	0,3
					1,7	7,8	-4,7	-6,7	0,2
					0,2	1,6	-10,5	-10,2	0,1
364,0	193,0	171,0	100,0	100,0	100,0	100,0			1,51

Рисунок 124 – Вкладка «Ввод данных» «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края)

Для каждой модели проводится поэтапное выполнение математических вычислений – вначале относительно выбранного показателя 0,000009 (что меньше показателя появления (отсутствия) хотя бы одного случая заболевания на 100 тыс.

населения), затем – медианы, среднего и третьего квартиля, ранее представленных в таблице 6 раздела 2.2 Главы 2. Ввод числовых значений выбранных пороговых уровней осуществляется в соответствующую графу вкладки «Управление» (рисунок 125).

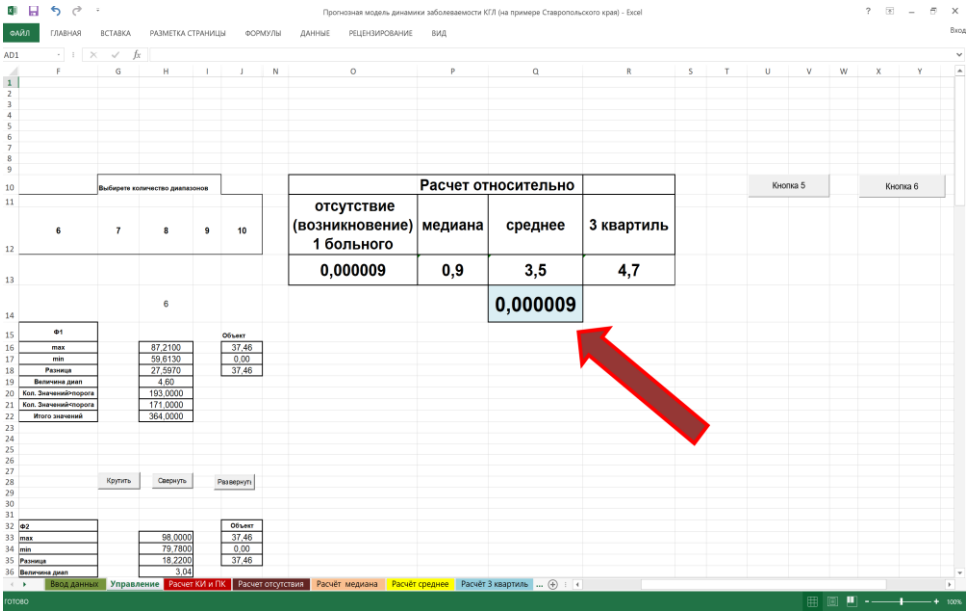


Рисунок 125 – Вкладка «Управление» «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ для Ставропольского края

Таким образом, для каждого фактора во вкладке «Расчёт ИК и ПК» одновременно автоматически получаем ИК и показатели ПК (со знаком «+» или «–») для соответствующих градаций его числовых значений (рисунок 126).

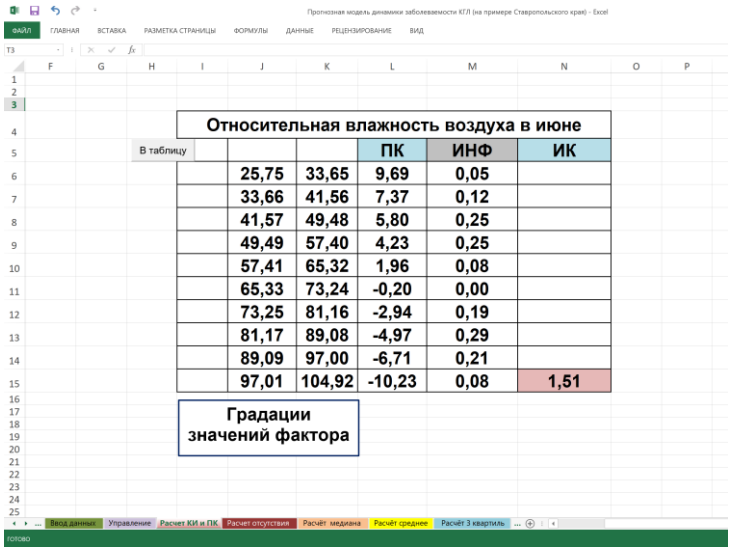


Рисунок 126 – Вкладка «Расчёт ИК и ПК» «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ для Ставропольского края

После чего проводится систематизация данных, необходимая для расчётов прогноза заболеваемости (а также проведения анализа эпидемиологической ситуации с учётом влияния факторов текущего года на основе «Уточняющей» модели) – значения показателей ранжируются в порядке убывания значений их ИК. В дальнейших математических вычислениях факторы, характеризующиеся низкой информативностью (ИК < 0,5), не используются в связи с тем, что на показатель общей информативности выраженного влияния не оказывают, но при этом могут привести к росту ошибочных результатов и значительно удлинить продолжительность расчётов.

Расчёты прогноза заболеваемости населения на предстоящий год выполняются путём суммирования значений ПК информативных факторов согласно градациям их значений предшествующего года по каждому административному району (рисунок 127). Математические вычисления выполняются до получения числового значения «+20» или «–20» (для КГЛ) и «+10» или «–10» (для АПЛ), что свидетельствует об отсутствии/возникновении хотя бы одного случая заболевания (на 100 тыс. населения) с вероятностью 99 % и 90 % соответственно.

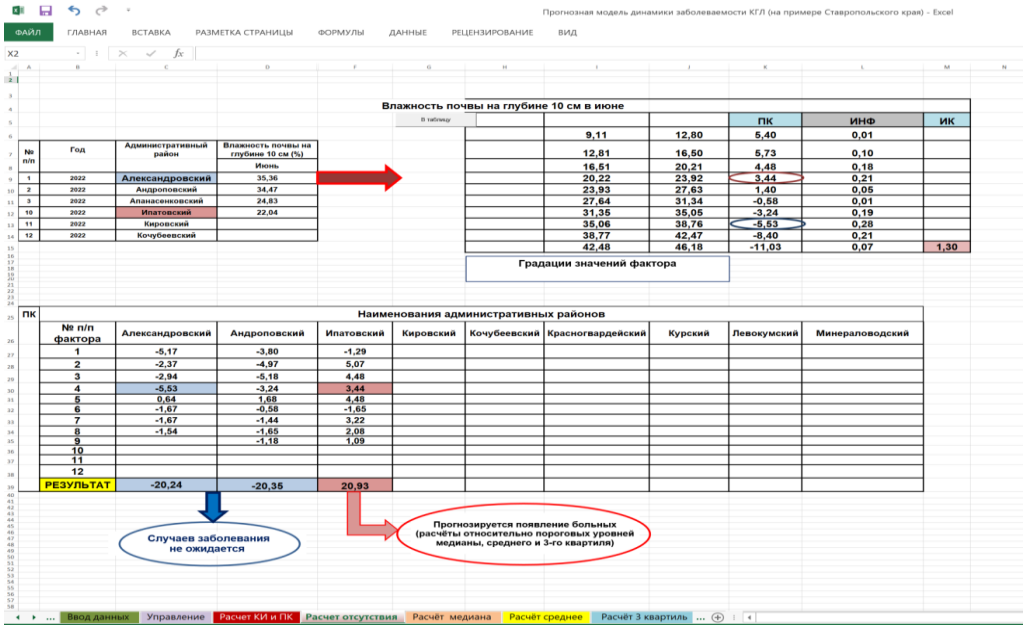


Рисунок 127 – Результаты вычислений относительно уровня отсутствия /появления хотя бы одного случая заболевания в «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ для Ставропольского края

Далее для районов с положительными результатами аналогично поэтапно проводятся вычисления ПК и ИК относительно других выбранных пороговых уровней. После чего составляется прогноз – превысит или нет уровень заболеваемости населения указанные показатели медианы, среднего и третьего квартиля (рисунок 128).

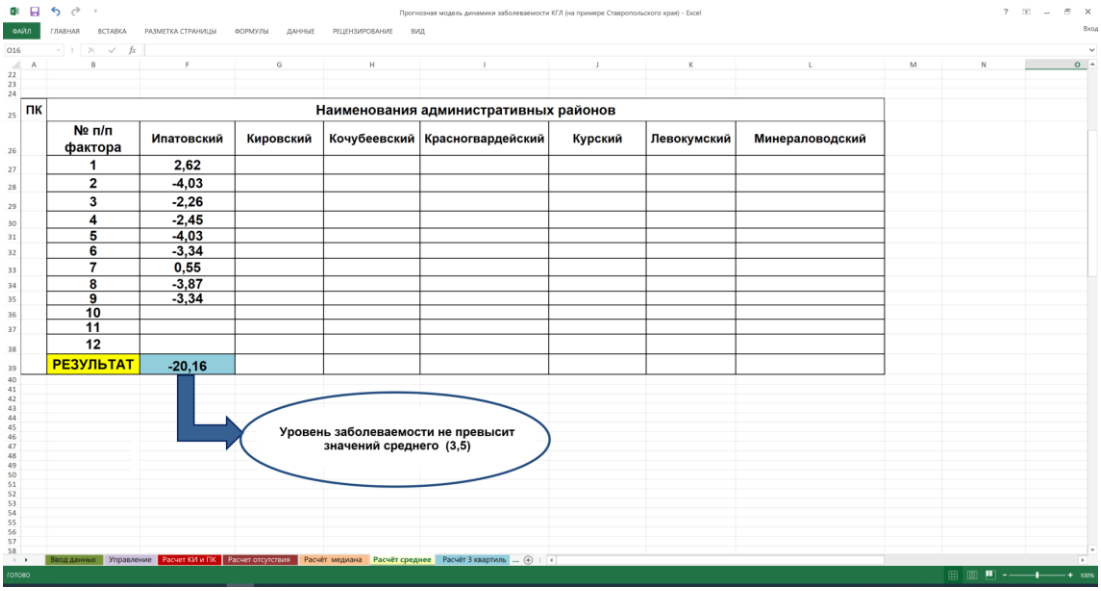
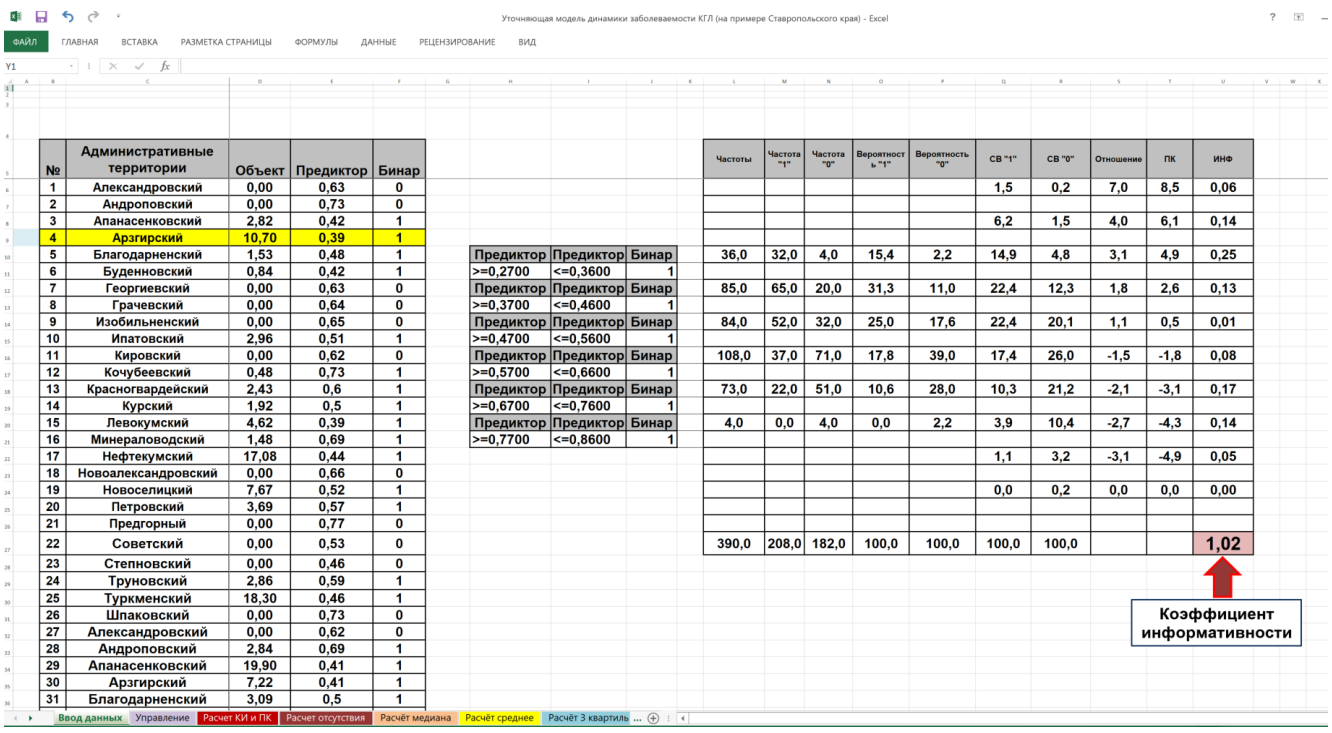


Рисунок 128 – Вкладка «Расчёт относительно порогового уровня среднего» «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ для Ставропольского края (на примере составления прогноза по Ипатовскому району)

Таким образом, в вышеуказанных примерах результаты вычислений первого этапа (относительно порогового уровня отсутствия/появления хотя бы одного случая заболевания на 100 тыс. населения) составили для Александровского района «-20,24», для Андроповского «-20,35». Это свидетельствует о том, что с вероятностью 99,0 % в 2023 г. больных КГЛ на данных административных территориях не ожидается. Опосредованное действие факторов предшествующего года было неблагоприятным для возникновения проявлений эпидемического процесса (отрицательный результат прогноза). Для Ипатовского района был получен показатель «20,93» с положительным знаком. Следовательно, возникновение проявлений эпидемического процесса на территории этого района в 2023 г. прогнозируется с вероятностью 99,0 %. Положительное значение результата указывает на то, что косвенное влияние выбранных ранее факторов предшествующего календарного 2022 г. было благоприятным. Для определения

предполагаемого уровня заболеваемости были выполнены поэтапные расчёты относительно пороговых уровней. Для ранее выбранных уровней медианы вновь были получены положительные значения. Относительно уровня среднего результат составил «-20,16», свидетельствующий о том, что прогнозируемый уровень заболеваемости КГЛ в Ипатовском районе в 2023 г. с вероятностью 99,0 % не превысит 3,5 на 100 тыс. населения (≤ 3,5).

Расчёты в «Уточняющих» моделях динамики заболеваемости КГЛ для Астраханской области и Ставропольского края выполняются аналогично. На рисунке 129 представлен фрагмент вкладки «Ввод данных» «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края). В графу «Предиктор» внесены многолетние числовые значения выбранного климатического показателя (на примере «NDVI в июне»). Так, величине этого абиотического фактора (0,39 отн. ед.) в Арзгирском районе в 2005 г. будет соответствовать зарегистрированный в течение этого же года ИП заболеваемости (на 100 тыс. населения) 10,70.



№	Административные территории	Объект	Предиктор	Бинар
1	Александровский	0,00	0,63	0
2	Андроповский	0,00	0,73	0
3	Апанасенковский	2,82	0,42	1
4	Арзгирский	10,70	0,39	1
5	Благодарненский	1,53	0,48	1
6	Буденновский	0,84	0,42	1
7	Георгиевский	0,00	0,63	0
8	Грачевский	0,00	0,64	0
9	Изобильненский	0,00	0,65	0
10	Ипатовский	2,96	0,51	1
11	Кировский	0,00	0,62	0
12	Кочубеевский	0,48	0,73	1
13	Красногвардейский	2,43	0,6	1
14	Курский	1,92	0,5	1
15	Левокумский	4,62	0,39	1
16	Минераловодский	1,48	0,69	1
17	Нефтекумский	17,08	0,44	1
18	Новоалександровский	0,00	0,66	0
19	Новоселицкий	7,67	0,52	1
20	Петровский	3,69	0,57	1
21	Предгорный	0,00	0,77	0
22	Советский	0,00	0,53	0
23	Степновский	0,00	0,46	0
24	Труновский	2,86	0,59	1
25	Туркменский	18,30	0,46	1
26	Шпаковский	0,00	0,73	0
27	Александровский	0,00	0,62	0
28	Андроповский	2,84	0,69	1
29	Апанасенковский	19,90	0,41	1
30	Арзгирский	7,22	0,41	1
31	Благодарненский	3,09	0,5	1

Предиктор	Предиктор	Бинар
>=0,2700	<=0,3600	1
Предиктор	Предиктор	Бинар
>=0,3700	<=0,4600	1
Предиктор	Предиктор	Бинар
>=0,4700	<=0,5600	1
Предиктор	Предиктор	Бинар
>=0,5700	<=0,6600	1
Предиктор	Предиктор	Бинар
>=0,6700	<=0,7600	1
Предиктор	Предиктор	Бинар
>=0,7700	<=0,8600	1

Частоты	Частота "1"	Частота "0"	Вероятность "1"	Вероятность "0"	СВ "1"	СВ "0"	Отношение	ПК	ИНФ
					1,5	0,2	7,0	8,5	0,06
					6,2	1,5	4,0	6,1	0,14
36,0	32,0	4,0	15,4	2,2	14,9	4,8	3,1	4,9	0,25
85,0	65,0	20,0	31,3	11,0	22,4	12,3	1,8	2,6	0,13
84,0	52,0	32,0	25,0	17,6	22,4	20,1	1,1	0,5	0,01
108,0	37,0	71,0	17,8	39,0	17,4	26,0	-1,5	-1,8	0,08
73,0	22,0	51,0	10,6	28,0	10,3	21,2	-2,1	-3,1	0,17
4,0	0,0	4,0	0,0	2,2	3,9	10,4	-2,7	-4,3	0,14
					1,1	3,2	-3,1	-4,9	0,05
					0,0	0,2	0,0	0,0	0,00
390,0	208,0	182,0	100,0	100,0	100,0	100,0			1,02

Рисунок 129 – Вкладка «Ввод данных» «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ для Ставропольского края (на примере июньского показателя NDVI)

Автоматический расчёт ИК и ПК относительно пороговых уровней для соответствующих числовых градаций каждого показателя также выполняется в соответствующей вкладке «Расчёт ИК и ПК» «Уточняющих» моделей (рисунок 130).

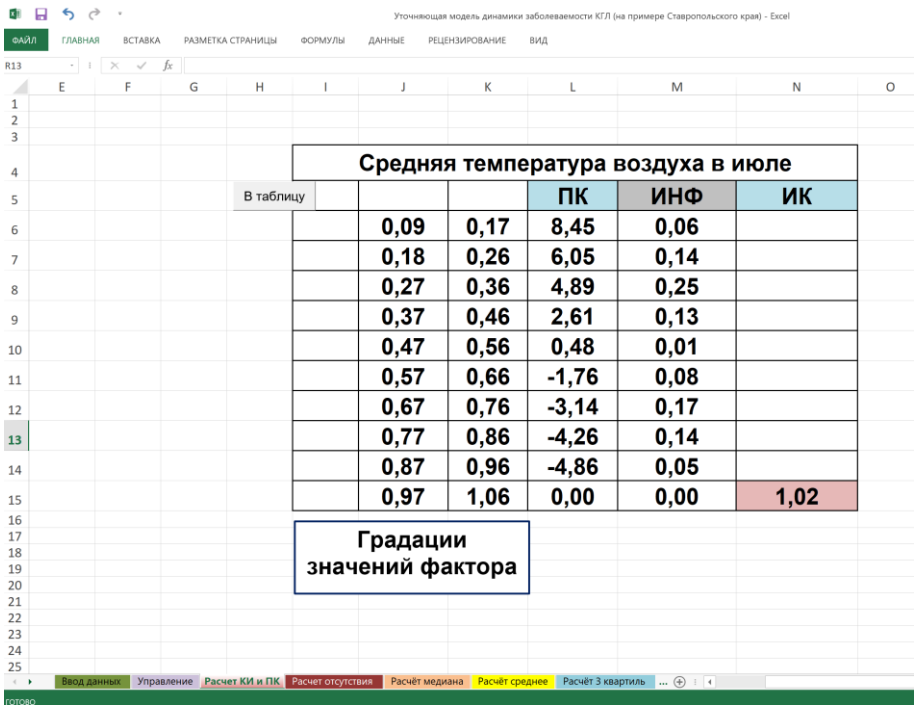


Рисунок 130 – Вкладка «Расчёт ИК и ПК» «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ для Ставропольского края (на примере июньского показателя NDVI)

Проведение ежегодного итогового анализа эпидемиологической ситуации с определением опосредованного влияния на неё факторов текущего эпидемического сезона (т.е. определение уровня, которого показатели заболеваемости могли бы достичь в данном эпидемическом сезоне только под влиянием различных факторов исследуемого календарного года, без учёта косвенного действия предшествующего) выполняется путём суммирования значений ПК информативных факторов согласно градациям их значений анализируемого года по каждому административному району (рисунок 131).

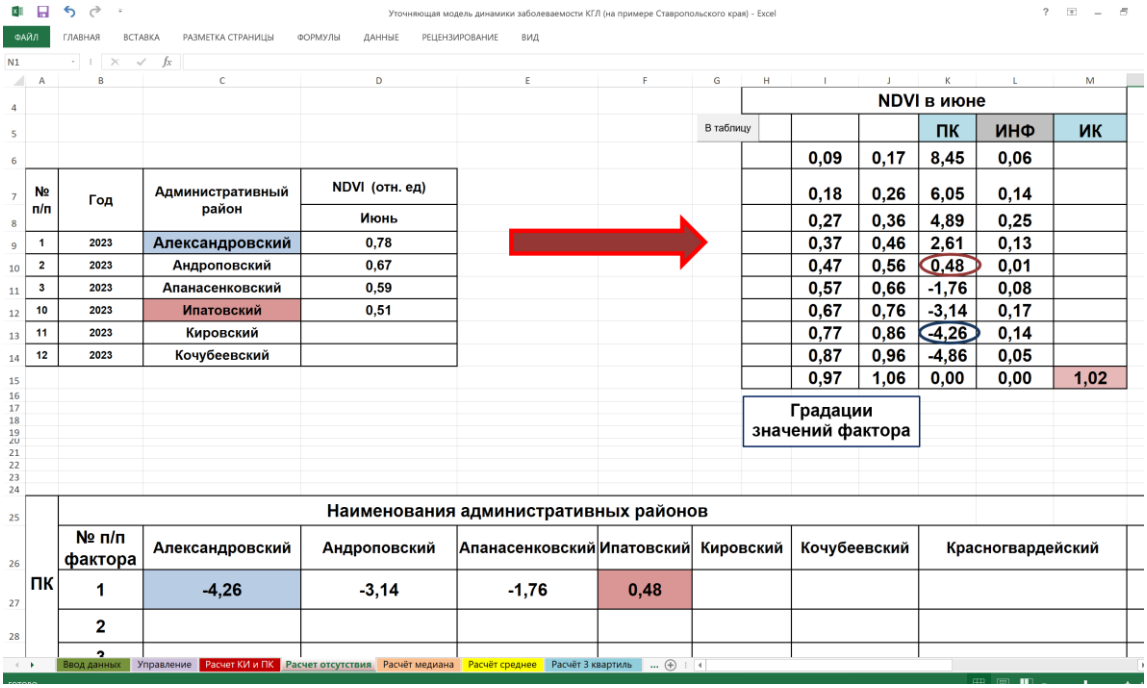


Рисунок 131 – Вкладка «Расчёт отсутствия/появления хотя бы 1 случая заболевания» «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края)

Математические расчёты также выполняются поэтапно до получения числового значения «+20» или «–20» (для КГЛ) и «+10» или «–10» (для АПЛ) относительно выбранных пороговых уровней (рисунки 132–134).

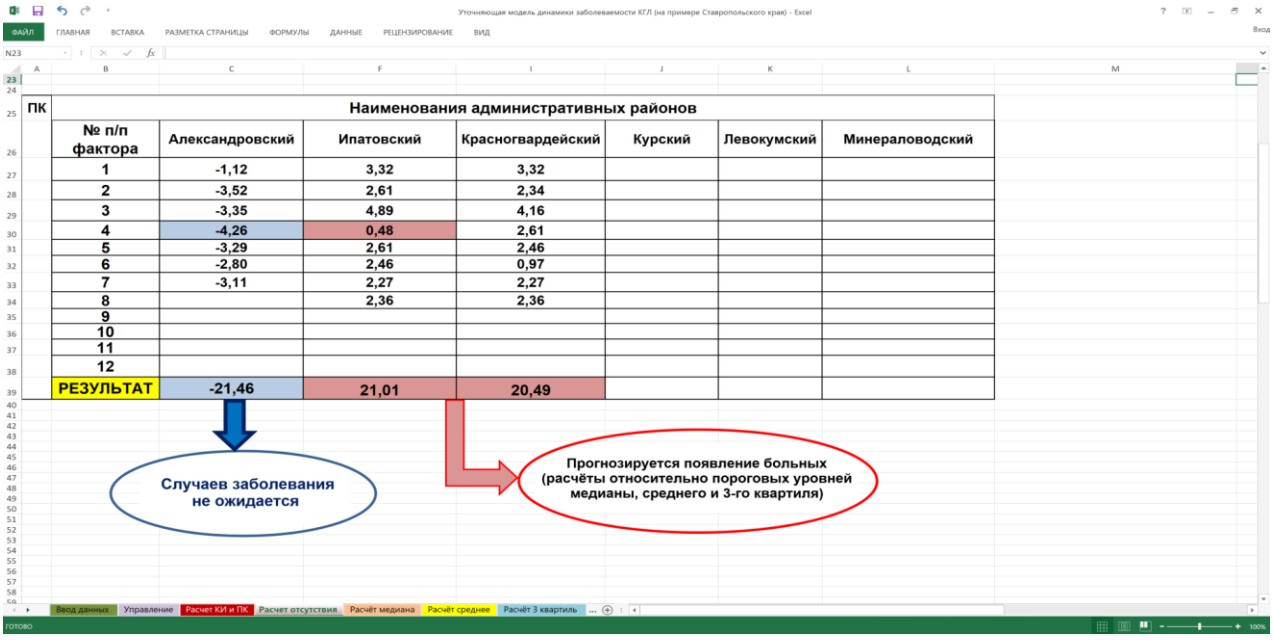
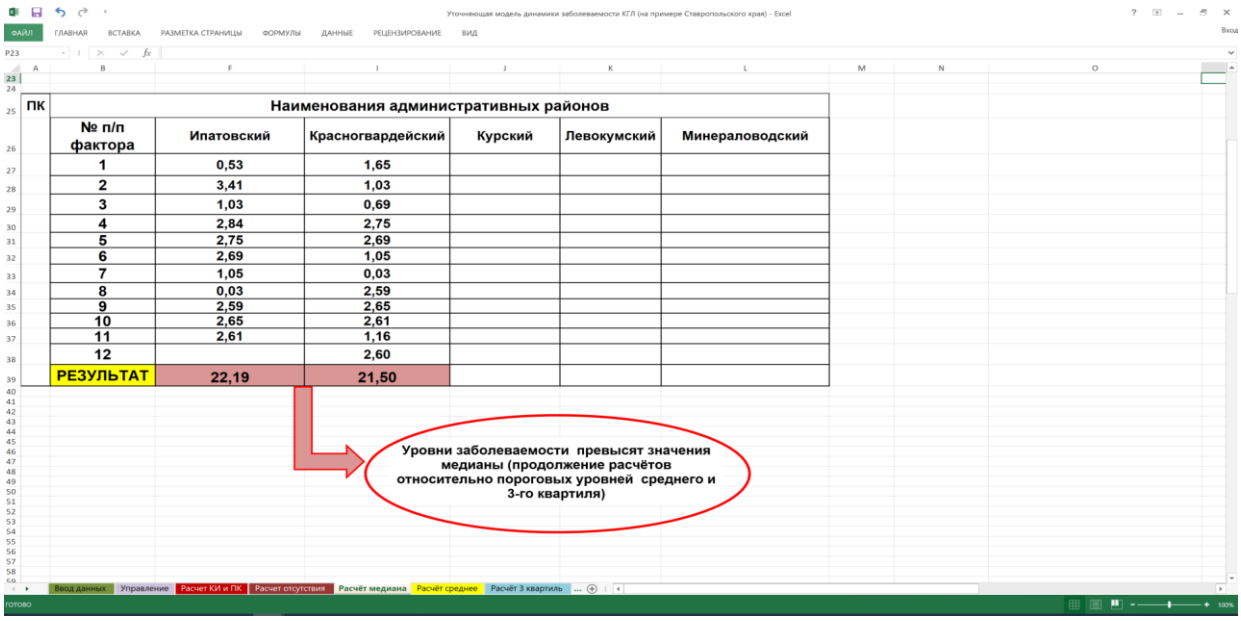
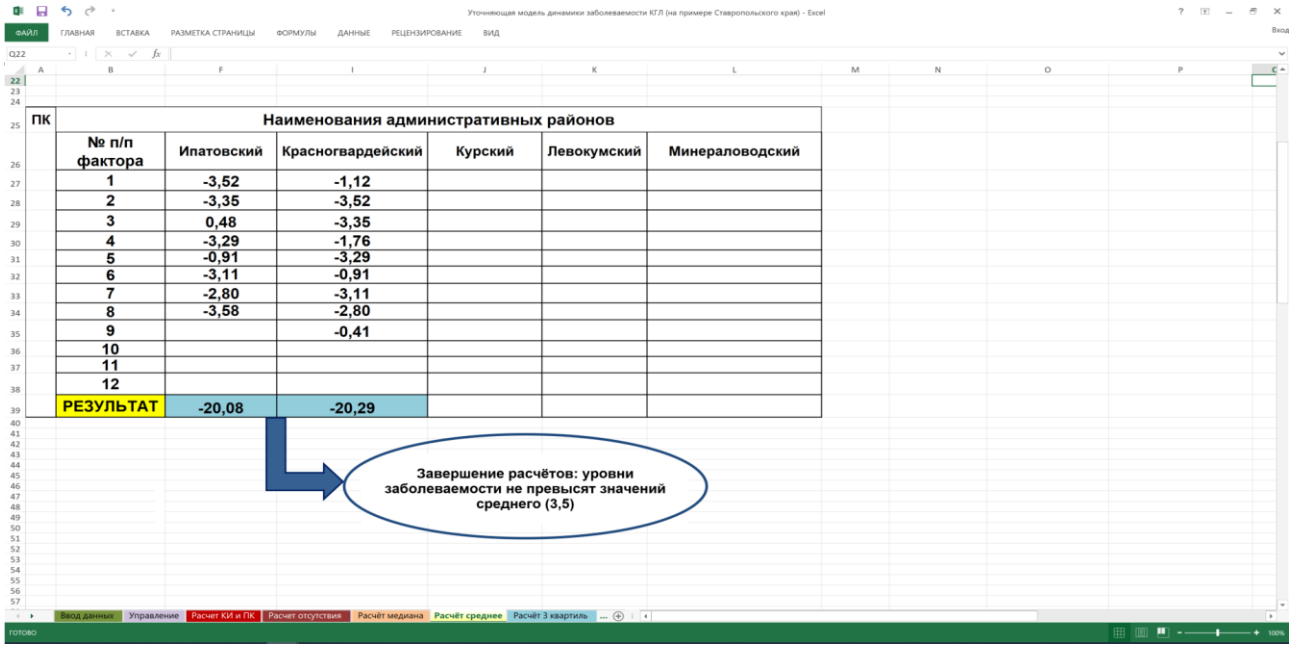


Рисунок 132 – Вкладка «Уточняющая» модель динамики заболеваемости КГЛ: результаты вычислений относительно уровня отсутствия /появления хотя бы одного случая заболевания (на примере Ставропольского края)



ПК	Наименования административных районов				
№ п/п фактора	Ипатовский	Красногвардейский	Курский	Левокумский	Минераловодский
1	0,53	1,65			
2	3,41	1,03			
3	1,03	0,69			
4	2,84	2,75			
5	2,75	2,69			
6	2,69	1,05			
7	1,05	0,03			
8	0,03	2,59			
9	2,59	2,65			
10	2,65	2,61			
11	2,61	1,16			
12		2,60			
РЕЗУЛЬТАТ	22,19	21,50			

Рисунок 133 – «Уточняющая» модель динамики заболеваемости КГЛ: результаты расчётов относительно уровня медианы (на примере Ставропольского края)



ПК	Наименования административных районов				
№ п/п фактора	Ипатовский	Красногвардейский	Курский	Левокумский	Минераловодский
1	-3,52	-1,12			
2	-3,35	-3,52			
3	0,48	-3,35			
4	-3,29	-1,76			
5	-0,91	-3,29			
6	-3,11	-0,91			
7	-2,80	-3,11			
8	-3,58	-2,80			
9		-0,41			
10					
11					
12					
РЕЗУЛЬТАТ	-20,08	-20,29			

Рисунок 134 – «Уточняющая» модель динамики заболеваемости КГЛ: результаты расчётов относительно уровня среднего (на примере Ставропольского края)

Таким образом в вышеуказанных примерах для 2023 г., согласно опосредованному влиянию факторов текущего календарного года, проявлений эпидемического процесса КГЛ в Александровском районе не ожидалось. Уровень

заболеваемости (на 100 тыс. населения) в Ипатовском и Красногвардейском районах не должен был превысить пороговых значений среднего (3,5).

В дальнейшем, после окончания эпидемического сезона полученные результаты прогноза и расчётов «Уточняющих» моделей необходимо сравнить с фактически зарегистрированными показателями заболеваемости в текущем календарном году. Трактовка результатов представлена в таблице 51.

Таблица 51 – Варианты трактовки получаемых результатов «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ

№ п/п	Наименование результата расчётов	Соотношение относительно фактически зарегистрированного показателя заболеваемости (на 100 тыс. населения)
1.	Верный	Соответствует
2.	Заниженный	Ниже выявленного уровня
3.	Завышенный	Превышает зарегистрированное значение
4.	Ложноположительный	Больных выявлено не было
5.	Ложноотрицательный	Случаи заболевания были зарегистрированы

Затем рекомендуется попарно сравнить рассчитанные с использованием «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей данные по каждому административному району между собой и с фактическими показателями заболеваемости. Это обеспечивает возможность проведения комплексной научно-обоснованной оценки опосредованного благоприятного или отрицательного влияния климатических факторов как предшествующего года, так и текущего эпидемического сезона (действие которых заранее невозможно учесть при прогнозировании) на эпидемиологическую ситуацию по КГЛ. Кроме того, такой анализ позволяет выполнить поиск других вероятных причин снижения/роста числа больных, не связанных с погодными условиями, обусловленных:

- недостаточным выявлением лёгких форм течения инфекционного процесса КГЛ (например, в период пандемии COVID-19);

- низкой эффективностью акарицидных обработок;

- завозными случаями (или заражение, возможно, произошло за пределами данной административной территории или при контакте с сельскохозяйственными животными, привезёнными с другого района).

Проведение такого одновременного сравнения результатов «Прогнозных», «Уточняющих» моделей с фактически зарегистрированными показателями заболеваемости (на 100 тыс. населения) в дальнейшем открывает возможность применения дифференцированного подхода при планировании профилактических мероприятий (например, усиление контроля за проведением информационно-разъяснительной работы с населением и инструктажей групп риска, акарицидных обработок, подготовкой персонала ЛПО и т. д.) и объёмов эпизоотологического мониторинга по каждому административному району.

Таким образом, при разработке моделей использовались числовые показатели биотических, абиотических и социальных факторов (подробно представлены в разделе 2.1 Главы 2). Согласно результатам анализа факторов (представленных в соответствующих разделах Главы 5) наиболее высокими величинами коэффициентов информативности, отражающими их выраженное влияние на численность *H. marginatum* и (опосредованное) на уровень заболеваемости населения КГЛ, характеризовались многие климатические показатели, что свидетельствует о целесообразности их дальнейшего использования в «Прогнозной» и «Уточняющей» моделях. Важно подчеркнуть, что список абиотических факторов при разработке моделей был существенно дополнен, что делает его значительно отличным от общепринятого минимального набора погодных параметров, обычно применяемого для составления эпидемиологических прогнозов по КГЛ [45, 89, 199, 207]. Помимо традиционных метеорологических показателей, таких как количество выпавших осадков, высота снежного покрова, температура и относительная влажность воздуха, были учтены и другие важные показатели. К ним относятся ежемесячные данные о температуре и влажности почвы на двух разных глубинах (10 и 40 см), атмосферное давление, а также минимальные и максимальные значения температуры воздуха. Кроме того, был добавлен индекс NDVI. Все эти дополнения подтверждаются данными,

представленными в научной литературе [46, 88, 162, 187, 194, 197, 263, 286]. Выбор дистанционного зондирования Земли в качестве источника получения сведений обоснован рядом факторов: он предоставляет больше информации, обеспечивает высокую частоту (автоматические измерения каждые четыре часа) и точность исходных сведений, а также позволяет получать индивидуальные данные для каждого административного района. Практическое использование архивных данных метеостанций, напротив, зачастую осложнено наличием одинаковых показателей для двух граничащих административных районов (к примеру, Ипатовского и Петровского, Будённовского и Левокумского), а также значительными различиями в количестве наблюдений в месяц по разным станциям (влияющими на среднемесячные значения), что в дальнейшем может снизить точность работы моделей.

Для факторов остальных групп были получены более низкие показатели информативности (< 0,5), что обусловлено рядом причин, рассмотренных ранее в соответствующих разделах Главы 5. Расхождение числовых значений этих показателей и интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ ($^{0}/_{0000}$), недостаточная степень различия распределений при двух дифференцируемых выбранных пороговых уровнях заболеваемости затрудняли их логическое использование. Вместе с тем, при повышении информативности указанных (а также появлении любых других) социальных и биотических показателей, они могут быть добавлены в вычисления без сложных трудоёмких преобразований общего алгоритма функционирования разработанных «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей.

Выбор в качестве модельных субъектов СКФО и ЮФО Астраханской области и Ставропольского края соответственно обусловлен особенностями проявлений эпидемического процесса КГЛ на их территориях (ранее представленными в Главе 5) и целесообразностью разработки и проверки функционирования «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей на примере регионов как с высокой, так и низкой заболеваемостью этой КИ.

6.2. «Прогнозная» и «Уточняющая» модели динамики заболеваемости Крымской геморрагической лихорадкой (на примере Ставропольского края)

6.2.1. Результаты «Прогнозной» модели (на примере Ставропольского края)

Проверка разработанной «Прогнозной» модели была выполнена на основе известных показателей заболеваемости этой КИ ($^0/_{0000}$) за 2018–2019 гг. Полученные данные представлены в таблицах 52–53.

Таблица 52 – Результаты проверки «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края) за 2018 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	3,25	завышенный
4.	Арзгирский	>4,7	8,03	верный
5.	Благодарненский	≤ 0,000009	0	верный
6.	Буденновский	≤ 0,9	0,87	верный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Изобильненский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Ипатовский	>4,7	5,19	верный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 0,000009	0	верный
13.	Красногвардейский	≤ 3,5	2,66	верный
14.	Курский	≤ 0,000009	0	верный
15.	Левокумский	≤ 3,5	2,53	верный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0	верный
17.	Нефтекумский	>4,7	4,64	завышенный
18.	Новоалександровский	≤ 0,000009	0	верный
19.	Новоселицкий	≤ 0,000009	0	верный
20.	Петровский	≤ 0,000009	0	верный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	≤ 3,5	1,63	верный
23.	Степновский	≤ 0,000009	0	верный
24.	Труновский	≤ 0,000009	3,14	ложноотрицательный
25.	Туркменский	>4,7	4,25	верный
26.	Шпаковский	≤ 0,000009	0	верный

Точность прогнозных результатов на 2018 г. составила 88,5 % («Верные» ответы получены для 23 районов). На долю «Завышенных» результатов пришлось

7,7 % (два района), «Ложноотрицательных» («Истинно ошибочных») – 3,8 % (один район).

Таблица 53 – Проверка результатов «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края) на 2019 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	22,95	верный
4.	Арзгирский	>4,7	16,26	верный
5.	Благодарненский	>4,7	1,73	завышенный
6.	Буденновский	>4,7	0	ложноположительный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Изобильненский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Ипатовский	>4,7	12,27	верный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 0,000009	0	верный
13.	Красногвардейский	>4,7	0	ложноположительный
14.	Курский	≤ 0,000009	0	верный
15.	Левокумский	>4,7	7,64	верный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0,73	ложноотрицательный
17.	Нефтекумский	>4,7	4,66	завышенный
18.	Новоалександровский	≤ 3,5	1,54	верный
19.	Новоселицкий	>4,7	3,78	завышенный
20.	Петровский	>4,7	6,95	верный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	≤ 0,000009	0	верный
23.	Степновский	>4,7	4,7	верный
24.	Труновский	≤ 0,000009	0	верный
25.	Туркменский	>4,7	8,67	верный
26.	Шпаковский	≤ 0,9	0,68	верный

Результаты проверки прогноза на 2019 г.: «Верные» ответы составили 76,9 %, «Ложноположительные» – 7,7 %, «Завышенные» – 11,5 %, «Ложноотрицательные» («Истинно ошибочные») – 3,8 %.

Полученные данные проверки «Прогнозной» модели на ретроспективных сведениях с известными показателями заболеваемости (на 100 тыс. населения) за

2018-2019 гг. свидетельствовали о целесообразности проведения её апробации на основе использования оперативных значений факторов.

Апробация модели (составление оперативного прогноза на предстоящий эпидемический сезон) выполнялась в 2020–2023 гг. Полученные для каждого административного района результаты представлены в таблицах 54–57.

Таблица 54 – Апробация «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края) на 2020 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	6,56	верный
4.	Арзгирский	>4,7	4,06	завышенный
5.	Благодарненский	>4,7	0	ложноположительный
6.	Буденновский	>4,7	0	ложноположительный
7.	Георгиевский	>4,7	0	ложноположительный
8.	Грачевский	≤ 3,5	0	ложноположительный
9.	Изобильненский	>4,7	0	ложноположительный
10.	Ипатовский	>4,7	3,51	завышенный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 0,000009	0	верный
13.	Красногвардейский	>4,7	2,68	завышенный
14.	Курский	>4,7	0	ложноположительный
15.	Левокумский	>4,7	0	ложноположительный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0	верный
17.	Нефтекумский	>4,7	1,55	завышенный
18.	Новоалександровский	>4,7	0	ложноположительный
19.	Новоселицкий	>4,7	0	ложноположительный
20.	Петровский	>4,7	0	ложноположительный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	>4,7	0	ложноположительный
23.	Степновский	>4,7	0	ложноположительный
24.	Труновский	>4,7	0	ложноположительный
25.	Туркменский	>4,7	0	ложноположительный
26.	Шпаковский	≤ 0,000009	0,23	ложноотрицательный

Результаты прогноза в 2020 г. (период пандемии COVID-19) составили:

- «Верные» – 26,9 %;
- «Ложноположительные» – 53,8 %;
- «Завышенные» – 15,4 %;
- «Ложноотрицательные» («Истинно ошибочные») – 3,8 %.

При этом полученные данные свидетельствуют об отсутствии неблагоприятного опосредованного влияния погодных условий предшествующего эпидемического сезона на зарегистрированный в 2020 г. уровень заболеваемости населения КГЛ Ставропольского края. На это указывает преобладание (69,2 %) «Ложноположительных» и «Завышенных» результатов, что непосредственно отражает соответствие числовых показателей большинства климатических факторов диапазонам высоких значений ПК с положительным знаком («появлению больных» согласно используемой методике).

Таблица 55 – Результаты апробации «Прогнозной» модели для Ставропольского края, полученные в 2021 г.

№	Административная территория	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	10,1	верный
4.	Арзгирский	>4,7	8,3	верный
5.	Благодарненский	>4,7	5,2	верный
6.	Буденновский	>4,7	0	ложноположительный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	2,7	ложноотрицательный
9.	Изобильненский	>4,7	0	ложноположительный
10.	Ипатовский	>4,7	5,4	верный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 0,000009	0	верный
13.	Красногвардейский	>4,7	5,4	верный
14.	Курский	>4,7	0	ложноположительный
15.	Левокумский	>4,7	0	ложноположительный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0	верный
17.	Нефтекумский	>4,7	1,6	завышенный
18.	Новоалександровский	>4,7	0	ложноположительный
19.	Новоселицкий	>4,7	0	ложноположительный
20.	Петровский	>4,7	1,4	завышенный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	>4,7	0	ложноположительный
23.	Степновский	>4,7	0	ложноположительный
24.	Труновский	>4,7	3,4	завышенный
25.	Туркменский	>4,7	0	ложноположительный
26.	Шпаковский	≤ 0,000009	1,3	ложноотрицательный

Результаты прогноза в 2021 г. (период пандемии COVID-19):

- «Верные» – 46,2 %;
- «Ложноположительные» – 34,6 %;
- «Завышенные» – 11,5 %;
- «Ложноотрицательные» («истинно ошибочные») – 7,7 %.

Полученные данные с высокой долей (46,2 %) «Ложноположительных» и «Завышенных» результатов вновь подтверждают отсутствие неблагоприятного влияния климатических факторов предшествующего эпидемического сезона (2020 г.) на зарегистрированный в 2021 г. уровень заболеваемости населения КГЛ.

Таблица 56 – Результаты апробации «Прогнозной» модели для Ставропольского края, полученные в 2022 г.

№	Административная территория	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 3,5	2,99	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	13,65	верный
4.	Арзгирский	≤ 0,000009	0	верный
5.	Благодарненский	≤ 3,5	3,49	верный
6.	Буденновский	>4,7	0,9	завышенный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Изобильненский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Ипатовский	>4,7	9,17	верный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 0,000009	0	верный
13.	Красногвардейский	≤ 0,000009	0	верный
14.	Курский	≤ 0,000009	0	верный
15.	Левокумский	≤ 0,000009	0	верный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0	верный
17.	Нефтекумский	>4,7	1,58	завышенный
18.	Новоалександровский	≤ 0,000009	0	верный
19.	Новоселицкий	>4,7	3,82	завышенный
20.	Петровский	≤ 3,5	1,44	верный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	≤ 0,000009	0	верный
23.	Степновский	≤ 0,000009	0	верный
24.	Труновский	≤ 0,000009	0	верный
25.	Туркменский	≤ 0,000009	0	верный
26.	Шпаковский	≤ 0,000009	0	верный

Результаты прогноза в 2022 г. (период стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19):

- «Верные» – 88,5 %;

- «Завышенные» – 11,5 %.

Таблица 57 – Апробация «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края) на 2023 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	6,83	верный
4.	Арзгирский	≤ 0,000009	0	верный
5.	Благодарненский	≤ 0,000009	0	верный
6.	Буденновский	>4,7	0,9	завышенный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Изобильненский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Ипатовский	≤ 3,5	1,83	верный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 3,5	1,28	верный
13.	Красногвардейский	>4,7	2,81	завышенный
14.	Курский	≤ 0,000009	0	верный
15.	Левокумский	≤ 0,000009	0	верный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0	верный
17.	Нефтекумский	>4,7	0	ложноположительный
18.	Новоалександровский	≤ 0,000009	0	верный
19.	Новоселицкий	≤ 0,000009	0	верный
20.	Петровский	≤ 3,5	1,44	верный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	≤ 0,000009	0	верный
23.	Степновский	>4,7	4,78	верный
24.	Труновский	≤ 0,000009	0	верный
25.	Туркменский	>4,7	8,85	верный
26.	Шпаковский	≤ 0,000009	0	верный

Интерес представляют расчёты прогноза на 2023 г., когда было выявлено наиболее выраженное снижение заболеваемости КГЛ в Ставропольском крае за период 2014–2022 гг. (за исключением 2020 г.) – 0,35 на 100 тыс. населения. Результаты составили: «Верные» – 88,5 %, «Ложноположительные» – 3,8%, «Завышенные» – 7,7 %.

При этом анализ полученных данных свидетельствует, что наиболее вероятная причина зарегистрированной низкой интенсивности проявлений эпидемического процесса была связана с неблагоприятным действием погодных условий предшествующего эпидемического сезона на развитие преимагинальных фаз *H. marginatum*, и как следствие, на численность особей клещей в исследуемом году. На это указывает соответствие величин большинства абиотических факторов диапазонам высоких значений ПК с отрицательным знаком («отсутствию больных»). Наиболее высокими значениями при этом характеризовались такие гидрометеорологические данные, как количество выпавших осадков в мае (отражающие их выраженный избыток) и июне (демонстрирующие их недостаточное количество), а также относительная влажность воздуха и почвы на различной глубине в июле (показывающие низкое содержание влаги). Указанные факторы, согласно литературным источникам, оказывая выраженное отрицательное влияние на процессы эмбриогенеза, жизнедеятельность личинок и нимф, приводят к снижению численности *H. marginatum* (и, опосредованно, к спаду заболеваемости населения КГЛ) в следующем эпидемическом сезоне.

Общие результаты работы «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ на примере Ставропольского края за 2018–2023 гг. представлены в таблице 58.

Полученные данные свидетельствуют, что «Верные» результаты (для 26 районов) составили от 88,5 % (23) до 26,9 % (7). На долю «Ложноотрицательных» («Истинно ошибочных») пришлось лишь от 3,8 до 7,7 % (1-2 района). Превалирование «Ложноположительных» и «Завышенных» ответов было выявлено в 2020-2021 гг. (69,2 и 46,2 % соответственно). Наибольший процент полностью совпадающих результатов был получен при проверке модели в 2018 г. и при апробации (оперативном составлении прогноза) в 2022–2023 гг.

Таблица 58 – Результаты «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края) с 2018 по 2023 г.

Результат прогноза	Годы											
	2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)
Верный	23	88,5	20	76,9	7	26,9	12	46,2	23	88,5	23	88,5
Ложноположительный	–	–	2	7,7	14	53,8	9	34,6	–	–	1	3,8
Ложноотрицательный	1	3,8	1	3,8	1	3,8	2	7,7	–	–	–	–
Завышенный	2	7,7	3	11,5	4	15,4	3	11,5	3	11,5	2	7,7

При этом следует отметить, что наименее точные данные прогноза отмечались в 2020-2021 гг. (период пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19). Однако полученные результаты работы модели свидетельствуют об отсутствии опосредованного неблагоприятного влияния климатических факторов (предшествующего эпидемического сезона по отношению к прогнозируемому) на интенсивность проявлений эпидемического процесса этой КИ в Ставропольском крае.

Данные прогноза на 2023 г., характеризующийся наиболее низким уровнем заболеваемости КГЛ с 2014 по 2022 г. (за исключением 2020 г.), напротив, отражают неблагоприятное действие факторов предшествующего эпидемического сезона на преимагинальные фазы *H. marginatum* (в наибольшей степени связанное с избытком выпавших осадков в мае, их выраженным дефицитом в июне, низкой влажностью воздуха и сухостью почвы в июле). Значения прогностических коэффициентов этих показателей представлены далее на рисунке 135 раздела 6.2.3.

Таким образом, средняя точность полученных результатов «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ для Ставропольского края составила 85,6 % (без учёта данных, полученных в период пандемии COVID-19). Результаты оценки диагностической ценности модели за каждый год и общие за весь период исследования представлены в таблице 59.

Таблица 59 – Результаты оценки диагностической ценности «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ с 2018 по 2023 г. (%)

№ п/п	Показатели	Годы						Общее значение	Значение (без 2020-21 гг.)
		2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.	Чувствительность	90	92,3	83,33	80	100	100	90,9	94,9
2.	Специфичность	100	84,6	30	43,8	100	94,4	74,3	95,4
3.	Прогностическая ценность положительного результата	100	85,7	26,3	47,1	100	88,9	65,8	92,5
4.	Прогностическая ценность отрицательного результата	94,1	91,7	85,7	77,8	100	100	93,8	96,9

Таким образом, анализ полученных результатов работы данной модели свидетельствует о перспективности её дальнейшего применения для составления краткосрочного прогноза заболеваемости населения КГЛ в Ставропольском крае и оценки опосредованного влияния на неё факторов предыдущего эпидемического сезона.

6.2.2. Результаты «Уточняющей» модели (на примере Ставропольского края)

«Уточняющая» модель разработана для проведения анализа эпидемиологической ситуации (с учётом влияния факторов текущего эпидемического сезона, действие которых невозможно учесть заранее при прогнозировании, и результатов прогноза), а также поиска возможных причин роста/снижения заболеваемости по отдельным административным районам Ставропольского края. Работа модели была проверена на известных данных заболеваемости КГЛ по административным районам в 2018–2019 гг. Результаты представлены в таблицах 60–61.

Таблица 60 – Проверка работы «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ в Ставропольском крае на 2018 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	3,25	завышенный
4.	Арзгирский	>4,7	8,03	верный
5.	Благодарненский	≤ 0,000009	0	верный
6.	Буденновский	≤ 0,9	0,87	верный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Изобильненский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Ипатовский	>4,7	5,19	верный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 0,000009	0	верный
13.	Красногвардейский	>4,7	2,66	завышенный
14.	Курский	≤ 0,000009	0	верный
15.	Левокумский	≤ 3,5	2,53	верный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0	верный
17.	Нефтекумский	>4,7	4,64	завышенный
18.	Новоалександровский	≤ 0,000009	0	верный
19.	Новоселицкий	≤ 0,000009	0	верный
20.	Петровский	>4,7	0	ложноположительный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	≤ 3,5	1,63	верный
23.	Степновский	≤ 0,000009	0	верный
24.	Труновский	>4,7	3,14	завышенный
25.	Туркменский	>4,7	4,25	верный
26.	Шпаковский	≤ 0,000009	0	верный

Точность проверки модели на 2018 г. составила 80,8 % («Верные» ответы были получены для 21 района). На долю «Завышенных» результатов пришлось 15,4 % (четыре района), «Ложноположительных» – 3,8 % (один район).

Таблица 61 – Проверка результатов «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ для Ставропольского края на 2019 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	22,95	верный
4.	Арзгирский	>4,7	16,26	верный
5.	Благодарненский	>4,7	1,73	завышенный
6.	Буденновский	>4,7	0	ложноположительный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Изобильненский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Ипатовский	>4,7	12,27	верный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 0,000009	0	верный
13.	Красногвардейский	>4,7	0	ложноположительный
14.	Курский	≤ 0,000009	0	верный
15.	Левокумский	>4,7	7,64	верный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0,73	ложноотрицательный
17.	Нефтекумский	>4,7	4,66	завышенный
18.	Новоалександровский	≤ 3,5	1,54	верный
19.	Новоселицкий	>4,7	3,78	завышенный
20.	Петровский	>4,7	6,95	верный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	>4,7	0	ложноположительный
23.	Степновский	>4,7	4,7	верный
24.	Труновский	≤ 0,000009	0	верный
25.	Туркменский	>4,7	8,67	верный
26.	Шпаковский	≤ 0,9	0,68	верный

На долю «Верных» ответов пришлось 73,1 %. «Ложноположительные» составили 11,5 %, «Завышенные» – 11,5%. «Ложноотрицательные» («Истинно ошибочные») были получены в 3,8 %.

Результаты проверки «Уточняющей» модели на ретроспективных показателях свидетельствуют о целесообразности проведения её апробации на

основе использования оперативных значений факторов. Апробация моделей проводилась в 2020–2023 гг. Полученные данные представлены в таблицах 62–65.

Таблица 62 – Апробация «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края) на 2020 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	6,56	верный
4.	Арзгирский	>4,7	4,06	завышенный
5.	Благодарненский	>4,7	0	ложноположительный
6.	Буденновский	>4,7	0	ложноположительный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Изобильненский	>4,7	0	ложноположительный
10.	Ипатовский	>4,7	3,51	завышенный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 0,000009	0	верный
13.	Красногвардейский	>4,7	2,68	завышенный
14.	Курский	>4,7	0	ложноположительный
15.	Левокумский	>4,7	0	ложноположительный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0	верный
17.	Нефтекумский	>4,7	1,55	завышенный
18.	Новоалександровский	>4,7	0	ложноположительный
19.	Новоселицкий	>4,7	0	ложноположительный
20.	Петровский	>4,7	0	ложноположительный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	>4,7	0	ложноположительный
23.	Степновский	>4,7	0	ложноположительный
24.	Труновский	>4,7	0	ложноположительный
25.	Туркменский	>4,7	0	ложноположительный
26.	Шпаковский	≤ 0,000009	0,23	ложноотрицательный

Результаты «Уточняющей» модели на 2020 г. (период пандемии COVID-19) составили:

- «Верные» –34,6 %;
- «Ложноположительные» – 46,2 %;
- «Завышенные» – 15,4 %;
- «Ложноотрицательные» («Истинно ошибочные») – 3,8 %.

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии неблагоприятного опосредованного влияния на зарегистрированный в 2020 г. уровень заболеваемости населения КГЛ Ставропольского края погодных условий текущего эпидемического сезона. На это указывает преобладание (77,5 %) «Ложноположительных» и «Завышенных» результатов, отражающих соответствие величин большинства абиотических факторов диапазонам высоких значений прогностических коэффициентов с положительным знаком («появлению больных»).

Полученные данные «Уточняющей» модели на 2021 г. (период пандемии COVID-19) представлены в таблице 63.

Таблица 63 – Апробация «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края) на 2021 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	10,1	верный
4.	Арзгирский	>4,7	8,3	верный
5.	Благодарненский	>4,7	5,2	верный
6.	Буденновский	>4,7	0	ложноположительный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	2,7	ложноотрицательный
9.	Изобильненский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Ипатовский	>4,7	5,4	верный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 0,000009	0	верный
13.	Красногвардейский	>4,7	5,4	верный
14.	Курский	>4,7	0	ложноположительный
15.	Левокумский	>4,7	0	ложноположительный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0	верный
17.	Нефтекумский	>4,7	1,6	завышенный
18.	Новоалександровский	≤ 0,000009	0	верный
19.	Новоселицкий	≤ 0,000009	0	верный
20.	Петровский	>4,7	1,4	завышенный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	≤ 0,000009	0	верный
23.	Степновский	>4,7	0	ложноположительный
24.	Труновский	>4,7	3,4	завышенный
25.	Туркменский	>4,7	0	ложноположительный
26.	Шпаковский	≤ 0,000009	1,3	ложноотрицательный

Результаты составили: «Верные» – 61,5 %, «Ложноположительные» – 19,2 %, «Завышенные» – 11,5 %, «Ложноотрицательные» («Истинно ошибочные») – 7,7 %. Полученные данные с относительно высокой долей (30,8 %) «Ложноположительных» и «Завышенных» результатов также подтверждают отсутствие выраженного неблагоприятного косвенного влияния климатических факторов текущего эпидемического сезона на зарегистрированный в 2021 г. уровень заболеваемости населения КГЛ.

Точность «Уточняющей» модели на 2022 г. (период стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19) возросла, составив 88,5 %. На долю «Завышенных» результатов пришлось 11,5 % (таблица 64).

Таблица 64 – Апробация «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края) на 2022 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 3,5	2,99	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	13,65	верный
4.	Арзгирский	>4,7	0	ложноположительный
5.	Благодарненский	≤ 3,5	3,49	верный
6.	Буденновский	>4,7	0,9	завышенный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Изобильненский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Ипатовский	>4,7	9,17	верный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 0,000009	0	верный
13.	Красногвардейский	≤ 0,000009	0	верный
14.	Курский	≤ 0,000009	0	верный
15.	Левокумский	≤ 0,000009	0	верный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0	верный
17.	Нефтекумский	≤ 3,5	1,58	верный
18.	Новоалександровский	≤ 0,000009	0	верный
19.	Новоселицкий	>4,7	3,82	завышенный
20.	Петровский	≤ 3,5	1,44	верный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	≤ 0,000009	0	верный
23.	Степновский	≤ 0,000009	0	верный
24.	Труновский	≤ 0,000009	0	верный
25.	Туркменский	≤ 0,000009	0	верный
26.	Шпаковский	≤ 0,000009	0	верный

Интерес представляют расчёты модели на 2023 г., характеризующийся наиболее выраженным снижением интенсивности проявлений эпидемического процесса в Ставропольском крае за период 2014–2022 гг. (за исключением 2020 г.), показатель заболеваемости КГЛ составил 0,35 на 100. тыс. населения. Данные представлены в таблице 65.

Таблица 65 – Апробация «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края) на 2023 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Александровский	≤ 0,000009	0	верный
2.	Андроповский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Апанасенковский	>4,7	6,83	верный
4.	Арзгирский	>4,7	0	ложноположительный
5.	Благодарненский	≤ 0,000009	0	верный
6.	Буденновский	>4,7	0,9	завышенный
7.	Георгиевский	≤ 0,000009	0	верный
8.	Грачевский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Изобильненский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Ипатовский	≤ 3,5	1,83	верный
11.	Кировский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Кочубеевский	≤ 3,5	1,28	верный
13.	Красногвардейский	≤ 3,5	2,81	верный
14.	Курский	≤ 0,000009	0	верный
15.	Левокумский	≤ 0,000009	0	верный
16.	Минераловодский	≤ 0,000009	0	верный
17.	Нефтекумский	>4,7	0	ложноположительный
18.	Новоалександровский	≤ 0,000009	0	верный
19.	Новоселицкий	≤ 0,000009	0	верный
20.	Петровский	≤ 3,5	1,44	верный
21.	Предгорный	≤ 0,000009	0	верный
22.	Советский	≤ 0,000009	0	верный
23.	Степновский	>4,7	4,78	верный
24.	Труновский	≤ 0,000009	0	верный
25.	Туркменский	>4,7	8,85	верный
26.	Шпаковский	≤ 0,000009	0	верный

Результаты «Уточняющей» модели в 2023 г.:

- «Верные» – 88,5 %;

- «Ложноположительные» – 7,7 %;

- «Завышенные» – 3,8 %.

При этом анализ полученных данных свидетельствует, что зарегистрированный низкий уровень заболеваемости КГЛ, вероятнее всего, был связан с неблагоприятным действием климатических факторов текущего эпидемического сезона на активность и жизнедеятельность *H. marginatum.* На это указывает соответствие числовых показателей большинства информативных климатических факторов диапазонам высоких значений ПК с отрицательным знаком («отсутствию больных» согласно используемой методике). Среди всех гидрометеорологических данных наиболее было выражено неблагоприятное действие избыточного количества выпавших осадков в мае, их значительного недостатка в июне, а также чрезмерно низкой влажности воздуха в июле. Данные представлены на рисунке 135 в разделе 6.2.3.

Общие результаты работы «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ на примере Ставропольского края за 2018–2023 гг. представлены в таблице 66. Полученные данные свидетельствуют, что «Верные» результаты (для 26 районов) составили от 88,5 % (23) до 34,6 % (9). На долю «Ложноотрицательных» («Истинно ошибочных») пришлось лишь от 3,8 % до 7,7 % (1-2 района). Наибольший процент «Ложноположительных» и «Завышенных» результатов был получен в 2020 г. (77,5 %) и 2021 г. (30,8 %). Высокая точность модели отмечалась при её апробации в 2022 и 2023 гг. (в период стабилизации эпидемиологической ситуации по новой коронавирусной инфекции).

При этом следует отметить, что наименее точные результаты «Уточняющей» модели были выявлены в 2020-2021 гг. (период пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19). Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии косвенного неблагоприятного влияния погодных условий текущих эпидемических сезонов на интенсивность проявлений эпидемического процесса в Ставропольском крае. Результаты модели на 2023 г., характеризовавшийся наиболее низкой

интенсивностью проявлений эпидемического процесса КГЛ с 2014 по 2022 г. (за исключением 2020 г.), напротив, отражают неблагоприятное действие факторов текущего эпидемического сезона на активность и жизнедеятельность *H. marginatum.*

Таблица 66 – Результаты «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Ставропольского края) на 2018–2023 гг.

Результат	Годы											
	2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)
Верный	21	80,8	19	73,1	9	34,6	16	61,5	23	88,5	23	88,5
Ложноположительный	1	3,8	3	11,5	12	46,2	5	19,2	1	3,8	2	7,7
Ложноотрицательный	–	–	1	3,8	1	3,8	2	7,7	–	–	–	–
Завышенный	4	15,4	3	11,5	4	15,4	3	11,5	2	7,7	1	3,8

Отрицательное влияние погодных условий в наибольшей степени было обусловлено избыточным количеством выпавших осадков в мае, их последующим выраженным дефицитом в июне и низкими показателями относительной влажности воздуха в июле

Таким образом, средняя точность получаемых результатов «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ, составила 82,6 % (без учёта данных, полученных в период пандемии COVID-19).

Результаты оценки диагностической ценности «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ для Ставропольского края отдельно за каждый год и за весь период исследования в целом представлены в таблице 67.

Таблица 67 – Результаты оценки диагностической ценности «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ в 2018–2023 гг. (%)

№ п/п	Показатели	Годы						Общее значение	Значение (без 2020-21 гг.)
		2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.	Чувствительность	100	92,3	83,3	80	100	100	92,7	97,4
2.	Специфичность	93,8	76,9	40	68,8	94,4	88,9	76,2	89,2
3.	Прогностическая ценность положительного результата	90,9	80	29,4	61,5	88,9	80	68,0	84,4
4.	Прогностическая ценность отрицательного результата	100	90,9	88,9	84,6	100	100	95,1	98,3

Таким образом, оценка полученных результатов работы данной модели свидетельствует о перспективности её дальнейшего применения для анализа эпидемиологической ситуации (учитывающего результаты прогнозирования и влияние факторов текущего года) по КГЛ в Ставропольском крае и определения опосредованного влияния на неё условий текущего эпидемического сезона.

6.2.3. Комплексное использование моделей (на примере Ставропольского края)

Для всесторонней оценки климатических, а также других (не относящихся к активности природного очага КГЛ) факторов, способных оказать косвенное влияние на интенсивность проявлений эпидемического процесса этой КИ, рекомендуется использовать «Прогнозную» и «Уточняющую» модели совместно. Сравнение полученных результатов с фактически зарегистрированными показателями заболеваемости позволяет не только выявить наиболее вероятные причины её наблюдаемого роста/спада (соответствующие факторам с наиболее высокими значениями прогностических коэффициентов), но и открывает возможности для применения дифференцированного подхода при составлении плана мероприятий, направленных на стабилизацию эпидемиологической ситуации по этой КИ и планировании объёмов эпизоотологического мониторинга. Данные представлены в таблице 68.

Так, например, выраженное снижение числа больных КГЛ наблюдалось в 2020-2021 гг. (период пандемии COVID-19). Фактические показатели заболеваемости КГЛ при этом были значительно ниже прогнозируемых. Однако для большинства районов в «Прогнозной» и «Уточняющей» моделях одновременно были получены «Ложноположительные» (или «Завышенные») результаты (таблица 69).

Это свидетельствует об отсутствии неблагоприятного опосредованного влияния климатических факторов, (как предшествующего, так и текущего эпидемических сезонов) на интенсивность проявлений эпидемического процесса КГЛ и указывает на целесообразность поиска других возможных причин выявленного спада заболеваемости. Согласно официальным данным, на уровне страны в целом (Раздел 1.1. Главы 1) и, в том числе на юге России (что подтверждается результатами проведённого нами эпидемиологического анализа в Главе 3), в период пандемии COVID-19 наблюдалось снижение числа больных практически всеми формами КИ [127, 128].

Таблица 68 – Возможные варианты трактовки результатов сравнения «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей с фактическими данными

№ п/п	Результат прогноза	Результат «Уточняющей» модели	Возможная причина
1.	Верный	Завышенный/ ложноположительный	Отрицательное опосредованное влияние погодных (или других) условий предшествующего года более сильное, чем благоприятное текущего эпидемического сезона
2.	Верный	Заниженный/ ложноотрицательный	Благоприятное опосредованное влияние климатических (других) факторов предшествующего года более сильное, чем отрицательное текущего эпидемического сезона
3.	Завышенный/ ложноположительный	Верный	Отрицательное опосредованное влияние погодных (других) условий текущего эпидемического сезона более сильное, чем благоприятное предшествующего года
4.	Заниженный/ ложноотрицательный	Верный	Благоприятное опосредованное влияние погодных (других) условий текущего эпидемического сезона более сильное, чем отрицательное предшествующего года
5.	Ложноположительный/ завышенный	Ложноположительный/ завышенный	Возможна «внешняя» причина: недостаточное выявление больных с лёгкими формами (отсутствием геморрагических проявлений)
6.	Заниженный/ ложноотрицательный	Заниженный/ ложноотрицательный	Возможна «внешняя» причина: завозные случаи, недостаточная эффективность акарицидных обработок
7.	Ложноположительный/ завышенный	Заниженный/ ложноотрицательный	Благоприятное опосредованное влияние факторов предшествующего года и отрицательное текущего эпидемического сезона выражены в равной мере
8.	Заниженный/ ложноотрицательный	Ложноположительный/ завышенный	Отрицательное опосредованное влияние факторов предшествующего года и благоприятное текущего эпидемического сезона выражены в равной мере

Таблица 69 – Сравнение данных «Прогнозной», «Уточняющей» моделей и фактической заболеваемости КГЛ для Ставропольского края в 2020-2021 гг. (период пандемии новой коронавирусной инфекции)

№ п/п	Административный район	Прогноз на 2020 г.		«Уточнение» на 2020 г.		ИП на 100 тыс.	Прогноз на 2021 г.		«Уточнение» на 2021 г.		ИП на 100 тыс.
		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат	
1	Александровский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
2	Андроповский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
3	Апанасенковский	верный	>4,7	верный	>4,7	6,56	верный	>4,7	верный	>4,7	10,1
4	Арзгирский	завышенный	>4,7	завышенный	>4,7	4,06	верный	>4,7	верный	>4,7	8,3
5	Благодарненский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	верный	>4,7	верный	>4,7	5,2
6	Буденновский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0
7	Георгиевский	ложноположительный	>4,7	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
8	Грачевский	ложноположительный	≤ 3,5	верный	≤ 0,000009	0	ложноотрицательный	≤ 0,000009	ложноотрицательный	≤ 0,000009	2,7
9	Изобильненский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	ложноположительный	>4,7	верный	≤ 0,000009	0
10	Ипатовский	завышенный	>4,7	завышенный	>4,7	3,51	верный	>4,7	верный	>4,7	5,4
11	Кировский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
12	Кочубеевский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
13	Красногвардейский	завышенный	>4,7	завышенный	>4,7	2,68	верный	>4,7	верный	>4,7	5,4
14	Курский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0
15	Левокумский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0
16	Минераловодский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
17	Нефтекумский	завышенный	>4,7	завышенный	>4,7	1,55	завышенный	>4,7	завышенный	>4,7	1,6
18	Новоалександровский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	ложноположительный	>4,7	верный	≤ 0,000009	0
19	Новоселицкий	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	ложноположительный	>4,7	верный	≤ 0,000009	0
20	Петровский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	завышенный	>4,7	завышенный	>4,7	1,4
21	Предгорный	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
22	Советский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	ложноположительный	>4,7	верный	≤ 0,000009	0
23	Степновский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0
24	Труновский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	завышенный	>4,7	завышенный	>4,7	3,4
25	Туркменский	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0
26	Шпаковский	ложноотрицательный	≤ 0,000009	ложноотрицательный	≤ 0,000009	0,23	ложноотрицательный	≤ 0,000009	ложноотрицательный	≤ 0,000009	1,3

Выявленный факт, в соответствии с литературными источниками, вероятнее всего, был обусловлен несколькими основными «внешними» факторами, не связанными непосредственно с активностью природных очагов инфекций этой группы:

- высокой загруженностью и перепрофилированием ЛПО (для лечения больных COVID-19), что привело к уменьшению лабораторных диагностических исследований по КИ (в том числе КГЛ);

- снижением обращений больных КИ в ЛПО (особенно при неярко выраженных симптомах) и их последующего направления врачами первичного звена для диагностики и оказания специализированной помощи;

- ограничительными мерами (самоизоляцией населения в целях предотвращения распространения SARS-CoV-2), что привело к уменьшению интенсивности контактов населения с клещами.

Результаты оценки динамики числа больных КГЛ и количества провизорных госпитализаций в Ставропольском крае в 2014–2023 гг. (рисунок 70 раздела 4.1.4 Главы 4) также отражают значительное снижение количества лиц, госпитализированных по провизорным показаниям в 2020-2021 гг. до 50 и 102 в Ставропольском крае при среднем значении показателя 252,8 в 2014–2019 гг. Это также свидетельствует о том, что низкое число зарегистрированных больных, вероятнее всего, было связано с недостаточным выявлением случаев с лёгким течением инфекционного процесса в условиях повышенной загруженности ЛПО и лабораторной сети при оказании помощи пациентам с новой коронавирусной инфекцией. В этот период, согласно данным рисунка 54 раздела 4.1.2 Главы 4, также отмечалось уменьшение числа лиц, обратившихся в ЛПО по поводу укусов клещей. Однако дальнейшее снижение числа обращений продолжалось в 2022 г., что свидетельствует о меньшей роли данного фактора как возможной причины наблюдаемого спада заболеваемости КГЛ в период пандемии COVID-19.

С 2022 г., напротив, вновь подтверждается связь интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ с опосредованным влиянием климатических факторов (таблица 70). Об этом свидетельствует как возрастание точности данных

прогнозирования (88,5 %), так и сравнение полученных показателей моделей на примере отдельных районов. Так, по Нефтекумскому району прогноз заболеваемости был «Завышенный». Однако в «Уточняющей» модели получен «Верный» результат. Это указывает на отсутствие благоприятных погодных условий в текущем эпидемическом сезоне для достижения прогнозируемого уровня заболеваемости (при их выраженном положительном влиянии на развитие преимагинальных фаз *H. marginatum* в предшествующем). По Арзгирскому району в «Уточняющей» модели был получен «Ложноположительный» результат при «Верном» прогнозном показателе. Это свидетельствует о том, что отрицательное действие климатических факторов предшествующего года было более выраженным, несмотря на наличие благоприятных погодных условий для появления больных в текущем эпидемическом сезоне.

Особый интерес представляет анализ данных комплексного использования «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей в 2023 г. Полученные результаты свидетельствуют, что зарегистрированные низкие показатели заболеваемости КГЛ в этот период, вероятнее всего, были обусловлены опосредованным неблагоприятным действием погодных условий как предшествующего, так и текущего эпидемических сезонов. Точность результатов каждой модели составила 88,5 %. Наибольшее косвенное влияние на формирование наблюдаемой интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ при этом оказали избыток выпавших осадков в мае с их выраженным дефицитом в июне, низкая влажность воздуха и сухость почвы в июле (как в предшествующем, так и в текущем году), характеризующиеся наиболее высокими значениями прогностических коэффициентов (рисунок 135).

Таблица 70 – Сравнение данных «Прогнозной», «Уточняющей» моделей и фактической заболеваемости КГЛ для Ставропольского края в 2022-2023 гг.

№ п/п	Административный район	Прогноз на 2022 г.		«Уточнение» на 2022 г.		ИП на 100 тыс.	Прогноз на 2023 г.		«Уточнение» на 2023 г.		ИП на 100 тыс.
		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат	
1	Александровский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
2	Андроповский	верный	≤ 3,5	верный	≤ 3,5	2,99	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
3	Апанасенковский	верный	>4,7	верный	>4,7	13,65	верный	>4,7	верный	>4,7	6,83
4	Арзгирский	верный	≤ 0,000009	ложноположительный	>4,7	0	верный	≤ 0,000009	ложноположительный	>4,7	0
5	Благодарненский	верный	≤ 3,5	верный	≤ 3,5	3,49	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
6	Буденновский	завышенный	>4,7	завышенный	>4,7	0,9	завышенный	>4,7	завышенный	>4,7	0,9
7	Георгиевский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
8	Грачевский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
9	Изобильненский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
10	Ипатовский	верный	>4,7	верный	>4,7	9,17	верный	≤ 3,5	верный	≤ 3,5	1,83
11	Кировский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
12	Кочубеевский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 3,5	верный	≤ 3,5	1,28
13	Красногвардейский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	завышенный	>4,7	верный	≤ 3,5	2,81
14	Курский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
15	Левокумский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
16	Минераловодский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
17	Нефтекумский	завышенный	>4,7	верный	≤ 3,5	1,58	ложноположительный	>4,7	ложноположительный	>4,7	0
18	Новоалександровский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
19	Новоселицкий	завышенный	>4,7	завышенный	>4,7	3,82	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
20	Петровский	верный	≤ 3,5	верный	≤ 3,5	1,44	верный	≤ 3,5	верный	≤ 3,5	1,44
21	Предгорный	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
22	Советский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
23	Степновский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	>4,7	верный	>4,7	4,78
24	Труновский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
25	Туркменский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	>4,7	верный	>4,7	8,85
26	Шпаковский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0

ФАКТОРЫ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕГО ЭПИДЕМИЧЕСКОГО СЕЗОНА

Количество выпавших осадков в мае			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	-2,39	-0,52	5,12
2	-0,51	1,36	4,01
3	1,37	3,25	2,43
4	3,26	5,14	1,32
5	5,15	7,03	-0,54
6	7,04	8,92	-1,70
7	8,93	10,81	-2,93
8	10,82	12,7	-4,14
9	12,71	14,59	-4,60
10	14,6	16,48	-7,52

Количество выпавших осадков в июне			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	-3,39	-1,28	-11,67
2	-1,27	0,84	-11,67
3	0,85	2,97	-7,81
4	2,98	5,1	-5,73
5	5,11	7,23	-2,86
6	7,24	9,36	-1,32
7	9,37	11,49	0,65
8	11,5	13,62	2,50
9	13,63	15,75	3,42
10	15,76	17,88	6,03

Относительная влажность воздуха в июле			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	37,27	43,95	-9,54
2	43,96	50,64	-6,63
3	50,65	57,34	-5,78
4	57,35	64,04	-3,38
5	64,05	70,74	-1,66
6	70,75	77,44	0,35
7	77,45	84,14	2,01
8	84,15	90,84	3,31
9	90,85	97,54	4,57
10	97,55	104,2	5,84

Влажность почвы в июле (10 см)			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	15,71	18,52	-8,26
2	18,53	21,34	-8,26
3	21,35	24,17	-6,75
4	24,18	27	-5,51
5	27,01	29,83	-2,86
6	29,84	32,66	-1,19
7	32,67	35,49	0,68
8	35,5	38,32	2,10
9	38,33	41,15	2,78
10	41,16	43,98	3,94

Влажность почвы в июле (40 см)			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	15,31	18,17	-10,79
2	18,18	21,04	-9,61
3	21,05	23,92	-6,64
4	23,93	26,8	-3,93
5	26,81	29,68	-1,41
6	29,69	32,56	0,96
7	32,57	35,44	2,67
8	35,45	38,32	3,93
9	38,33	41,2	4,73
10	41,21	44,08	5,17

ФАКТОРЫ ТЕКУЩЕГО ЭПИДЕМИЧЕСКОГО СЕЗОНА

Количество выпавших осадков в мае			
№ п/п	Диапазоны		ПК
1	-2,39	-0,52	7,10
2	-0,51	1,36	3,93
3	1,37	3,25	2,59
4	3,26	5,14	1,14
5	5,15	7,03	-0,43
6	7,04	8,92	-1,70
7	8,93	10,81	-3,38
8	10,82	12,7	-5,17
9	12,71	14,59	-7,11
10	14,6	16,48	-7,57

Количество выпавших осадков в июне			
№ п/п	Диапазоны		ПК
1	-3,39	-1,28	-12,04
2	-1,27	0,84	-12,04
3	0,85	2,97	-8,26
4	2,98	5,1	-6,04
5	5,11	7,23	-2,80
6	7,24	9,36	-1,21
7	9,37	11,49	0,86
8	11,5	13,62	2,36
9	13,63	15,75	3,24
10	15,76	17,88	4,92

Относительная влажность воздуха в июле			
№ п/п	Диапазоны		ПК
1	37,27	43,95	-10,53
2	43,96	50,64	-6,72
3	50,65	57,34	-5,50
4	57,35	64,04	-3,20
5	64,05	70,74	-1,51
6	70,75	77,44	0,44
7	77,45	84,14	2,10
8	84,15	90,84	3,45
9	90,85	97,54	4,82
10	97,55	104,2	6,29

Рисунок 135 – Значения прогностических коэффициентов климатических факторов, оказавших наиболее выраженное отрицательное опосредованное влияние на заболеваемость населения КГЛ в Ставропольском крае в 2023 г.

6.3. «Прогнозная» и «Уточняющая» модели динамики заболеваемости Крымской геморрагической лихорадкой (на примере Астраханской области)

6.3.1. Результаты «Прогнозной» модели (на примере Астраханской области)

Проверка разработанной «Прогнозной» модели была выполнена на основе известных показателей заболеваемости этой КИ ($^0/_{0000}$) за 2018–2019 гг. Полученные данные представлены в таблицах 71–72.

Точность проверки прогноза на 2018 г. составила 75 % («Верные» ответы получены для 9 районов). На долю «Завышенных» результатов пришлось 16,7 % (два района), «Ложноположительных» – 8,3 % (один район). Данные представлены в таблице 71.

Таблица 71 – Проверка результатов «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области) на 2018 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	> 2	0,19	завышенный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0,00	верный
3.	Володарский	≤ 0,000009	0,00	верный
4.	Енотаевский	≤ 0,000009	0,00	верный
5.	Икрянинский	≤ 0,000009	0,00	верный
6.	Камызякский	> 2	0,00	ложноположительный
7.	Красноярский	> 2	2,70	верный
8.	Лиманский	≤ 0,000009	0,00	верный
9.	Наримановский	> 2	2,08	верный
10.	Приволжский	> 2	1,96	завышенный
11.	Харабалинский	> 2	4,94	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

На долю «Верных» результатов в 2019 г. также пришлось 75,0 %, «Ложноположительных» и «Завышенных» – 16,7 % и 8,3 % соответственно (таблица 72).

Полученные данные проверки «Прогнозной» модели на ретроспективных сведениях с известными показателями заболеваемости (на 100 тыс. населения) за

2018-2019 гг. свидетельствует о целесообразности проведения её апробации на основе использования оперативных значений факторов.

Таблица 72 – Проверка результатов «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области) на 2019 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	> 2	0,75	завышенный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0,00	верный
3.	Володарский	> 2	2,14	верный
4.	Енотаевский	≤ 0,000009	0,00	верный
5.	Икрянинский	≤ 0,000009	0,00	верный
6.	Камызякский	> 2	4,31	верный
7.	Красноярский	> 2	5,42	верный
8.	Лиманский	> 2	3,37	верный
9.	Наримановский	> 2	0,00	ложноположительный
10.	Приволжский	> 2	0,00	ложноположительный
11.	Харабалинский	> 2	4,99	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

Апробация модели (составление оперативного прогноза на предстоящий эпидемический сезон) проводилась в 2020–2023 гг. Полученные для каждого административного района результаты представлены в таблицах 73–76.

Таблица 73 – Апробация «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области) на 2020 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	> 2	0,00	ложноположительный
2.	Ахтубинский	> 2	0,00	ложноположительный
3.	Володарский	> 2	2,16	верный
4.	Енотаевский	> 2	0,00	ложноположительный
5.	Икрянинский	≤ 0,000009	0,00	верный
6.	Камызякский	> 2	2,17	верный
7.	Красноярский	> 2	0,00	ложноположительный
8.	Лиманский	> 2	0,00	ложноположительный
9.	Наримановский	> 2	0,00	ложноположительный
10.	Приволжский	> 2	0,00	ложноположительный
11.	Харабалинский	> 2	0,00	ложноположительный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

Результаты «Прогнозной» модели в 2020 г. (период пандемии COVID-19) составили: «Верные» – 33,3 %, «Ложноположительные» – 66,7 % (таблица 73). Полученные данные свидетельствуют об отсутствии неблагоприятного опосредованного влияния погодных условий предшествующего эпидемического сезона на зарегистрированный в 2020 г. уровень заболеваемости населения КГЛ Астраханской области. На это указывает преобладание (66,7 %) «Ложноположительных»» результатов, что непосредственно отражает соответствие числовых показателей большинства климатических факторов диапазонам высоких значений ПК с положительным знаком («появлению больных» согласно используемой методике).

На долю «Верных» ответов в 2021 г. (период пандемии COVID-19) пришлось 16,7 %, «Ложноположительных» – 83,3 % (таблица 74). Полученные данные с высокой долей «Ложноположительных» результатов вновь подтверждают отсутствие неблагоприятного косвенного влияния климатических факторов предшествующего эпидемического сезона (2020 г.) на зарегистрированную в 2021 г. интенсивность проявлений эпидемического процесса этой КИ.

Таблица 74 – Апробация «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области) на 2021 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	> 2	0	ложноположительный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Володарский	> 2	0	ложноположительный
4.	Енотаевский	> 2	0	ложноположительный
5.	Икрянинский	> 2	0	ложноположительный
6.	Камызякский	> 2	0	ложноположительный
7.	Красноярский	> 2	0	ложноположительный
8.	Лиманский	> 2	0	ложноположительный
9.	Наримановский	> 2	0	ложноположительный
10.	Приволжский	> 2	0	ложноположительный
11.	Харабалинский	> 2	0	ложноположительный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0	верный

Результаты прогноза на 2022 г. (период стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19): «Верные» – 75 %, «Ложноположительные» – 25 % (таблица 75).

Таблица 75 – Апробация «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области) на 2022 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	>2	0	ложноположительный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Володарский	>2	0	ложноположительный
4.	Енотаевский	≤ 0,000009	0	верный
5.	Икрянинский	≤ 0,000009	0	верный
6.	Камызякский	>2	0	ложноположительный
7.	Красноярский	>2	5,5	верный
8.	Лиманский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Наримановский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Приволжский	≤ 0,000009	0	верный
11.	Харабалинский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0	верный

Интерес представляет анализ расчётов на 2023 г. Точность модели составила 83,3 % (таблица 76). Однако анализ полученных данных указывает на выраженное опосредованное неблагоприятное действие погодных условий предшествующего года на интенсивность проявлений эпидемического процесса КГЛ. Величины большинства абиотических факторов соответствовали диапазонам высоких отрицательных значений ПК («отсутствию больных»). Наибольшее отрицательное влияние при этом оказали избыточное количество выпавших осадков в мае и их недостаток в июне, а также чрезмерно низкая влажность воздуха и почвы на различной глубине в июле. Числовые значения этих факторов характеризовались наиболее высокими отрицательными значениями ПК (представлены далее на рисунке 136 раздела 6.3.3).

Согласно литературным данным, неблагоприятное действие этих гидрометеорологических показателей на развитие преимагинальных фаз *H. marginatum* приводит к снижению численности клещей (и опосредованно заболеваемости населения КГЛ) в следующем эпидемическом сезоне [88, 46, 162, 187, 194, 197, 263, 286].

Таблица 76 – Результаты апробации «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ для Астраханской области на 2023 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 0,5	0,2	верный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Володарский	≤ 0,000009	0	верный
4.	Енотаевский	≤ 0,000009	0	верный
5.	Икрянинский	≤ 0,000009	0	верный
6.	Камызякский	> 2	0	ложноположительный
7.	Красноярский	> 2	0	ложноположительный
8.	Лиманский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Наримановский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Приволжский	≤ 2	1,5	верный
11.	Харабалинский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0	верный

Общие результаты работы «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ представлены в таблице 77.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что верные результаты (для 12 районов) составили от 83,3 % (10) до 16,7 % (2), «Ложноотрицательные» («Истинно ошибочные») получены не были. Превалирование «Ложноположительных» ответов отмечалось в 2020-2021 гг. – 66,7 % и 83,3 % соответственно. Наибольший процент полностью совпадающих результатов (83,3 %) был получен при апробации модели в 2023 г.

Таблица 77 – Результаты «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области) с 2018 по 2023 г.

Результат прогноза	Годы											
	2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)
Верный	9	75,0	9	75,0	4	33,3	2	16,7	9	75,0	10	83,3
Ложноположительный	1	8,3	2	16,7	8	66,7	10	83,3	3	25,0	2	16,7
Завышенный	2	16,7	1	8,3	–	–	–	–	–	–	–	–

Следует отметить, что наименьшая точность модели отмечалась в 2020-2021 гг. (период пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19). При этом анализ полученных результатов свидетельствует об отсутствии опосредованного отрицательного влияния климатических факторов предшествующих эпидемических сезонов на интенсивность проявлений эпидемического процесса КГЛ в Астраханской области. Данные прогноза на 2023 г., напротив, свидетельствуют о неблагоприятном влиянии погодных условий предшествующего года (в наибольшей степени избыточного количества выпавших осадков в мае, их последующего выраженного дефицита в июне, низкой влажности воздуха и почвы в июле) на процессы эмбриогенеза, жизнедеятельность личинок и нимф *H. marginatum,* что обусловило низкую численность клещей в исследуемом году.

Таким образом, средняя точность полученных результатов «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области), составила 77,1 % (без учёта данных, полученных в период пандемии COVID-19).

Результаты оценки диагностической ценности модели за каждый год и общие за весь период исследования представлены в таблице 78.

Таблица 78 – Результаты оценки диагностической ценности «Прогнозной» модели динамики заболеваемости КГЛ с 2018 по 2023 г. (%)

№ п/п	Показатели	Годы						Общее значение	Значение (без 2020-21 гг.)
		2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.	Чувствительность	100	100	100	0	100	100	100	100
2.	Специфичность	85,7	66,7	20	16,7	72,8	80	53,6	76,5
3.	Прогностическая ценность положительного результата	83,3	75	20	0	25	50	38,1	63,6
4.	Прогностическая ценность отрицательного результата	100	100	100	100	100	100	100	100

Таким образом, анализ полученных результатов работы данной модели свидетельствует о перспективности её дальнейшего применения для составления краткосрочного прогноза заболеваемости населения КГЛ в Астраханской области и оценки опосредованного влияния на неё факторов предыдущего эпидемического сезона.

6.3.2. Результаты «Уточняющей» модели (на примере Астраханской области)

«Уточняющая» модель динамики заболеваемости КГЛ разработана для проведения анализа эпидемиологической ситуации (учитывающего результаты прогнозирования и влияние факторов текущего года) по отдельным административным районам Астраханской области. Проверка работы модели была выполнена на ретроспективных данных 2018–2019 гг. Результаты представлены в таблицах 79–80.

Точность проверки модели на 2018 г. составила 75 % («Верные» ответы были получены для 9 районов). На долю «Завышенных» ответов пришлось 16,7 %, «Ложноположительных» – 8,3 % (таблица 79).

Таблица 79 – Проверка работы «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ для Астраханской области на 2018 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	> 2	0,19	завышенный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0,00	верный
3.	Володарский	> 2	0,00	ложноположительный
4.	Енотаевский	≤ 0,000009	0,00	верный
5.	Икрянинский	≤ 0,000009	0,00	верный
6.	Камызякский	≤ 0,000009	0,00	верный
7.	Красноярский	> 2	2,70	верный
8.	Лиманский	≤ 0,000009	0,00	верный
9.	Наримановский	> 2	2,08	верный
10.	Приволжский	> 2	1,96	завышенный
11.	Харабалинский	> 2	4,94	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

Полученные результаты на 2019 г. составили: «Верные» – 75 %, «Ложноположительные» – 16,7 %, «Завышенные» – 8,3 % (таблица 80).

Таким образом, проверка «Уточняющей» модели на ретроспективных сведениях за 2018-2019 гг. свидетельствует о целесообразности проведения её апробации на основе оперативных значений факторов. Апробация моделей проводилась в 2020–2023 гг. Полученные данные представлены в таблицах 81–84.

Таблица 80 – Проверка результатов «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области) на 2019 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	> 2	0,75	завышенный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0,00	верный
3.	Володарский	> 2	2,14	верный
4.	Енотаевский	≤ 0,000009	0,00	верный
5.	Икрянинский	≤ 0,000009	0,00	верный
6.	Камызякский	> 2	4,31	верный
7.	Красноярский	> 2	5,42	верный
8.	Лиманский	> 2	3,37	верный
9.	Наримановский	> 2	0,00	ложноположительный
10.	Приволжский	> 2	0,00	ложноположительный
11.	Харабалинский	> 2	4,99	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

Результаты «Уточняющей» модели в 2020 г. (период пандемии COVID-19) составили: «Верные» – 16,7 %, «Ложноположительные» – 83,3 % (таблица 81). Полученные данные свидетельствуют об отсутствии неблагоприятного опосредованного влияния на зарегистрированный в 2020 г. уровень заболеваемости населения КГЛ Астраханской области погодных условий текущего эпидемического сезона. На это указывает преобладание «Ложноположительных» результатов, отражающих соответствие числовых показателей большинства климатических факторов диапазонам высоких положительных значений ПК.

Данные апробации модели на 2021 г. (период пандемии COVID-19) представлены в таблице 82. На долю «Верных» ответов также пришлось 16,7 %, «Ложноположительных» – 83,3 %. Полученные результаты с превалированием «Ложноположительных» вновь подтверждают отсутствие выраженного неблагоприятного опосредованного влияния погодных условий текущего эпидемического сезона на зарегистрированный в 2021 г. уровень заболеваемости населения КГЛ.

Таблица 81 – Результаты апробации «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ для Астраханской области на 2020 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	> 2	0,00	ложноположительный
2.	Ахтубинский	> 2	0,00	ложноположительный
3.	Володарский	> 2	2,16	верный
4.	Енотаевский	> 2	0,00	ложноположительный
5.	Икрянинский	> 2	0,00	ложноположительный
6.	Камызякский	> 2	2,17	верный
7.	Красноярский	> 2	0,00	ложноположительный
8.	Лиманский	> 2	0,00	ложноположительный
9.	Наримановский	> 2	0,00	ложноположительный
10.	Приволжский	> 2	0,00	ложноположительный
11.	Харабалинский	> 2	0,00	ложноположительный
12.	Черноярский	> 2	0,00	ложноположительный

Таблица 82 – Результаты апробации «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области) на 2021 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	> 2	0	ложноположительный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Володарский	> 2	0	ложноположительный
4.	Енотаевский	> 2	0	ложноположительный
5.	Икрянинский	> 2	0	ложноположительный
6.	Камызякский	> 2	0	ложноположительный
7.	Красноярский	> 2	0	ложноположительный
8.	Лиманский	> 2	0	ложноположительный
9.	Наримановский	> 2	0	ложноположительный
10.	Приволжский	> 2	0	ложноположительный
11.	Харабалинский	> 2	0	ложноположительный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0	верный

Точность «Уточняющей» модели на 2022 г. (период стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19) возросла, составив 75 %. При этом «Завышенные» результаты составили 25 %. Результаты представлены в таблице 83.

Таблица 83 – Результаты апробации «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области) на 2022 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	>2	0	ложноположительный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Володарский	>2	0	ложноположительный
4.	Енотаевский	≤ 0,000009	0	верный
5.	Икрянинский	≤ 0,000009	0	верный
6.	Камызякский	>2	0	ложноположительный
7.	Красноярский	>2	5,5	верный
8.	Лиманский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Наримановский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Приволжский	≤ 0,000009	0	верный
11.	Харабалинский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0	верный

Таблица 84 – Результаты апробации «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ для Астраханской области на 2023 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 0,5	0,2	верный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Володарский	≤ 0,000009	0	верный
4.	Енотаевский	≤ 0,000009	0	верный
5.	Икрянинский	≤ 0,000009	0	верный
6.	Камызякский	> 2	0	ложноположительный
7.	Красноярский	> 2	0	ложноположительный
8.	Лиманский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Наримановский	≤ 0,000009	0	верный
10.	Приволжский	≤ 2	1,5	верный
11.	Харабалинский	≤ 0,000009	0	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0	верный

Доля «Верных» ответов в 2023 г. составила 83,3 % (таблица 84). При этом анализ полученных результатов указывает на выраженное опосредованное неблагоприятное влияние погодных условий текущего эпидемического сезона на активность и жизнедеятельность *H. marginatum*, и как следствие, на уровень заболеваемости населения КГЛ. Числовые значения большинства климатических факторов соответствовали диапазонам высоких отрицательных значений ПК. При этом среди всех гидрометеорологических данных наиболее было выражено неблагоприятное действие избыточного количества выпавших осадков в мае, их недостаток в июне, а также чрезмерно низкая влажность воздуха в июле. Данные представлены далее на рисунке 136 раздела 6.3.3.

Результаты «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ для этого субъекта за весь выбранный период исследования представлены в таблице 85.

Таблица 85 – Результаты «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области) на 2018–2023 гг.

Результат	Годы											
	2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)
Верный	9	75,0	9	75,0	2	16,7	2	16,7	9	75,0	10	83,3
Ложноположительный	1	8,3	2	16,7	10	83,3	10	83,3	3	25,0	2	16,7
Завышенный	2	16,7	1	8,3	–	–	–	–	–	–	–	–

Полученные данные свидетельствуют, что верные результаты (для 12 районов) составили от 83,3 % (10) до 16,7 % (2), «Ложноотрицательные» («Истинно ошибочные») получены не были. Превалирование «Ложноположительных» ответов отмечалось в 2020 и 2021 г. – 83,3 % по каждому году. Наиболее высокая точность модели отмечалась при её апробации в 2023 г. – 83,3 %.

Следует отметить, что наименее точные результаты «Уточняющей» модели были выявлены в 2020-2021 гг. (период пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19). При этом анализ полученных данных указывает на отсутствие косвенного неблагоприятного влияния погодных условий текущих эпидемических сезонов на интенсивность проявлений эпидемического процесса в Астраханской области.

Результаты модели на 2023 г., напротив, свидетельствуют о неблагоприятном действии погодных условий текущего эпидемического сезона на активность и жизнедеятельность *H. marginatum*. Отрицательное влияние климатических факторов в наибольшей степени было обусловлено избыточным количеством выпавших осадков в мае, их последующим выраженным дефицитом в июне и низкими показателями относительной влажности воздуха в июле (значения прогностических коэффициентов этих показателей представлены далее на рисунке 136 раздела 6.3.3).

Таким образом, средняя точность получаемых результатов «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ (на примере Астраханской области), составила 77,1 % (без учёта данных, полученных в период пандемии COVID-19).

Результаты оценки диагностической ценности модели за каждый год и общие за весь период исследования представлены в таблице 86.

Таблица 86 – Результаты оценки диагностической ценности «Уточняющей» модели динамики заболеваемости КГЛ с 2018 по 2023 г. (%)

№ п/п	Показатели	Годы						Общее значение	Значение (без 2020-21 гг.)
		2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.	Чувствительность	100	100	50	0	100	100	100	100
2.	Специфичность	85,7	66,7	0	16,7	72,7	80	50	76,5
3.	Прогностическая ценность положительного результата	83,3	75	16,7	0	25	50	36,4	63,6
4.	Прогностическая ценность отрицательного результата	100	100	0	100	100	100	100	100

Таким образом, оценка полученных результатов работы данной модели свидетельствует о перспективности её дальнейшего применения для анализа эпидемиологической ситуации (учитывающего результаты прогнозирования и влияние факторов текущего года) по КГЛ в Астраханской области.

Однако для всесторонней оценки вероятных причин подъема/спада заболеваемости этой КИ рекомендуется совместное применение «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей.

6.3.3. Комплексное использование «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей (на примере Астраханской области)

Для всесторонней оценки условий, определяющих формирование эпидемиологической ситуации по КГЛ в Астраханской области, рекомендуется комплексное использование «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей. Применение такого подхода позволяет выявить факторы (климатические, влияющие на жизнедеятельность и численность *H. marginatum,* или «внешние», не связанные с функционированием паразитарной системы), оказывающие наиболее выраженное действие на регистрируемый уровень интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ в различные годы. Получаемые результаты обеспечивают возможность дифференцированного планирования профилактических, а также организационных мероприятий для повышения насторожённости медицинского персонала в отношении этой особо опасной ПОИ.

Астраханская область характеризуется невысоким числом ежегодно выявляемых больных. Однако, при проведении анализа результатов прогноза в 2020-2021 гг. (период пандемии COVID-19) установлено, что фактические показатели заболеваемости КГЛ были значительно ниже прогнозируемых (таблица 87). При этом превалирование «Ложноположительных» ответов в обеих моделях одновременно (согласно данным таблицы 87) указывает на отсутствие неблагоприятного опосредованного влияния погодных условий как предшествующего, так и текущего года на наблюдаемую интенсивность проявлений эпидемического процесса КГЛ в исследуемый двухлетний период. Таким образом, наиболее вероятной причиной зарегистрированного снижения заболеваемости КГЛ (по аналогии со Ставропольским краем) могло стать недостаточное выявление случаев этой КИ (особенно лёгких или среднетяжёлых без проявлений геморрагического синдрома форм) в период пандемии новой коронавирусной инфекции.

Таблица 87 – Результаты моделей и показатели фактической заболеваемости КГЛ в Астраханской области в 2020-2021 гг. (период пандемии новой коронавирусной инфекции)

№ п/п	Административный район	Прогноз на 2020 г.		«Уточнение» на 2020 г.		ИП на 100 тыс.	Прогноз на 2021 г.		«Уточнение» на 2021 г.		ИП на 100 тыс.
		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат	
1	Астрахань	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0,00	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
2	Ахтубинский	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0,00	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
3	Володарский	верный	> 2	верный	> 2	2,16	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
4	Енотаевский	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0,00	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
5	Икрянинский	верный	≤ 0,000009	ложноположительный	> 2	0,00	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
6	Камызякский	верный	> 2	верный	> 2	2,17	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
7	Красноярский	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0,00	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
8	Лиманский	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0,00	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
9	Наримановский	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0,00	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
10	Приволжский	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0,00	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
11	Харабалинский	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0,00	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
12	Черноярский	верный	≤ 0,000009	ложноположительный	> 2	0,00	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0

Таблица 88 – Результаты моделей и показатели фактической заболеваемости КГЛ в Астраханской области в 2022-2023 гг.

№ п/п	Административный район	Прогноз на 2022 г.		«Уточнение» на 2022 г.		ИП на 100 тыс.	Прогноз на 2023 г.		«Уточнение» на 2023 г.		ИП на 100 тыс.
		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат	
1	Астрахань	ложноположительный	>2	ложноположительный	>2	0	верный	≤ 0,5	верный	≤ 0,5	0,2
2	Ахтубинский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
3	Володарский	ложноположительный	>2	ложноположительный	>2	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
4	Енотаевский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
5	Икрянинский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
6	Камызякский	ложноположительный	>2	ложноположительный	>2	0	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
7	Красноярский	верный	>2	верный	>2	5,5	ложноположительный	> 2	ложноположительный	> 2	0
8	Лиманский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
9	Наримановский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
10	Приволжский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 2	верный	≤ 2	1,5
11	Харабалинский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
12	Черноярский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0

Данное предположение также подтверждается снижением количества лиц, госпитализированных по провизорным показаниям в 2020-2021 гг. в Астраханской области, до 6 и 9 (при среднем их количестве 74,3 в 2014 – 2019 гг.) соответственно (рисунок 100 раздела 4.2.4 Главы 4).

В 2022 г. (период стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19) точность результатов обеих моделей возросла до 75 % (таблица 88). Вместе с тем, «Ложноположительные» результаты одновременно были получены для трёх административных образований (г. Астрахани, Володарского и Камызякского районов), на территории которых было зарегистрировано 53,1 % от общего числа выявленных случаев заболевания КГЛ в Астраханской области за весь десятилетний период исследования (рисунок 74 раздела 4.2.1 Главы 4). Полученные результаты, наряду со снижением количества провизорных госпитализаций по сравнению с предыдущим годом (9 и 2 соответственно) также свидетельствуют о возможно неполном выявлении больных КГЛ медицинскими работниками ЛПО.

Однако данные расчётов в 2023 г., напротив, подтверждают связь низкой заболеваемости КГЛ с погодными условиями предшествующего и текущего эпидемических сезонов. Точность обеих моделей составила 83,3 % (таблица 88). Числовые значения большинства климатических факторов соответствовали диапазонам высоких отрицательных значений ПК. При этом среди всех гидрометеорологических показателей наиболее было выражено неблагоприятное действие избыточного количества выпавших осадков в мае, их значительного недостатка в июне, а также чрезмерно низкой влажности воздуха и сухости почвы в июле (рисунок 136). Таким образом, комплексное использование «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей позволяет проводить анализ климатических (и других, не связанных с активностью природного очага КГЛ) факторов и способствует возможности применения дифференцированного подхода при планировании профилактических мероприятий, а также подготовки медицинских работников ЛПО по вопросам диагностики и клиники КГЛ.

ФАКТОРЫ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕГО ЭПИДЕМИЧЕСКОГО СЕЗОНА

Количество выпавших осадков в мае			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	-2,02	-0,97	5,64
2	-0,96	0,09	3,98
3	0,1	1,16	3,33
4	1,17	2,23	0,59
5	2,24	3,3	-1,81
6	3,31	4,37	-6,83
7	4,38	5,44	-12,28
8	5,45	6,51	0,00
9	6,52	7,58	0,00
10	7,59	8,65	0,00

Количество выпавших осадков в июне			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	-1,39	-0,57	0,00
2	-0,56	0,26	0,00
3	0,27	1,1	-6,66
4	1,11	1,94	-4,31
5	1,95	2,78	-1,82
6	2,79	3,62	-0,54
7	3,63	4,46	0,80
8	4,47	5,3	3,09
9	5,31	6,14	3,81
10	6,15	6,98	5,64

Относительная влажность воздуха в июле			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	20,94	24,78	0,00
2	24,79	28,63	0,00
3	28,64	32,49	-8,83
4	32,5	36,35	-8,25
5	36,36	40,21	-2,62
6	40,22	44,07	-0,45
7	44,08	47,93	2,31
8	47,94	51,79	2,93
9	51,8	55,65	3,46
10	55,66	59,51	3,30

Влажность почвы в июле (10 см)			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	6,54	8,52	0,00
2	8,53	10,51	-7,68
3	10,52	12,51	-3,65
4	12,52	14,51	-1,96
5	14,52	16,51	0,84
6	16,52	18,51	2,23
7	18,52	20,51	3,01
8	20,52	22,51	1,82
9	22,52	24,51	0,87
10	24,52	26,51	0,87

Влажность почвы в июле (40 см)			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	5,81	7,76	0,00
2	7,77	9,72	-6,12
3	9,73	11,69	-5,61
4	11,7	13,66	-5,15
5	13,67	15,63	-3,61
6	15,64	17,6	-1,28
7	17,61	19,57	0,78
8	19,58	21,54	2,55
9	21,55	23,51	2,98
10	23,52	25,48	4,18

ФАКТОРЫ ТЕКУЩЕГО ЭПИДЕМИЧЕСКОГО СЕЗОНА

Количество выпавших осадков в мае			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	-2,02	-0,97	4,94
2	-0,96	0,09	3,62
3	0,1	1,16	3,03
4	1,17	2,23	0,69
5	2,24	3,3	-1,59
6	3,31	4,37	-6,19
7	4,38	5,44	-11,64
8	5,45	6,51	0,00
9	6,52	7,58	0,00
10	7,59	8,65	0,00

Количество выпавших осадков в июне			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	-0,83	-0,29	0,00
2	-0,28	0,26	0,00
3	0,27	0,82	-6,02
4	0,83	1,38	-4,23
5	1,39	1,94	-1,68
6	1,95	2,5	-0,77
7	2,51	3,06	0,83
8	3,07	3,62	2,96
9	3,63	4,18	3,76
10	4,19	4,74	5,31

Относительная влажность воздуха в июле			
№ п/п	Диапазоны значений		ПК
1	19,96	24,29	0,00
2	24,3	28,63	0,00
3	28,64	32,98	-8,19
4	32,99	37,33	-7,61
5	37,34	41,68	-2,28
6	41,69	46,03	-0,39
7	46,04	50,38	2,19
8	50,39	54,73	2,67
9	54,74	59,08	3,17
10	59,09	63,43	2,93

Рисунок 136 – Значения прогностических коэффициентов климатических факторов, оказавших наиболее выраженное отрицательное опосредованное влияние на заболеваемость населения КГЛ в Астраханской области в 2023 г.

Таким образом, «Прогнозные» модели динамики заболеваемости КГЛ были разработаны для составления краткосрочного количественного эпидемиологического прогноза (по отдельным муниципальным районам и городским округам). «Уточняющие» модели были созданы для проведения эпидемиологического анализа, учитывающего как результаты прогноза, так и влияние факторов текущего года (которое невозможно заранее учесть при прогнозировании) для поиска причин роста/снижения заболеваемости КГЛ. В качестве субъектов для примера построения моделей были выбраны Ставропольский край и Астраханская область.

При разработке «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей использовались числовые показатели биотических, абиотических и социальных факторов, прямо или опосредованно влияющих на интенсивность проявлений эпидемического процесса КГЛ (представлены ранее в разделе 2.1 Главы 2). Проверка работы моделей проводилась на ретроспективных данных 2018–2019 гг. (с известными показателями заболеваемости на 100 тыс. населения по каждому административному району). Апробация моделей с использованием оперативных значений факторов была выполнена в 2020–2023 гг.

Полученные данные свидетельствуют, что разработанные «Прогнозные» модели позволяют составлять краткосрочный количественный прогноз заболеваемости КГЛ (по отдельным муниципальным районам и городским округам) для Ставропольского края с точностью 85,6 %, для Астраханской области – 77,1 % (без учёта результатов периода пандемии COVID-19). Показатели оценки диагностической ценности моделей составили: чувствительность – 94,9 и 100 %, специфичность – 95,4 и 76,5 %, прогностическая ценность положительного результата – 92,5 и 63,6 %, прогностическая ценность отрицательного результата – 96,9 и 100 % соответственно.

Созданные «Уточняющие модели» позволяют проводить анализ заболеваемости с точностью для Ставропольского края – 82,6 %, для Астраханской области – 74,2 % (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19). Показатели оценки диагностической ценности моделей для этих субъектов

составили: чувствительность – 97,4 и 100 %, специфичность – 89,2 и 76,5 %, прогностическая ценность положительного результата – 84,4 и 63,6 %, прогностическая ценность отрицательного результата – 98,3 и 100 % соответственно.

Данные комплексного использования «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей указывают на отсутствие климатических предпосылок к спаду интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ в Ставропольском крае и Астраханской области в период пандемии COVID-19 (характеризовались превалированием «Ложноположительных» («Завышенных») результатов по одним и тем же районам этих субъектов). Также полученные результаты свидетельствуют, что низкие показатели заболеваемости этой КИ в 2023 г. были, вероятнее всего, обусловлены неблагоприятным действием климатических факторов предшествующего и текущего эпидемических сезонов на преимагинальные фазы и имаго *H. marginatum* (избытком выпавших осадков в мае с их выраженным дефицитом в июне, низкой влажностью воздуха и сухостью почвы в июле – показателей с наиболее высокими отрицательными значениями прогностических коэффициентов).

ГЛАВА 7. «РАЗРАБОТКА «ПРОГНОЗНОЙ» И «УТОЧНЯЮЩЕЙ» МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ АСТРАХАНСКОЙ ПЯТНИСТОЙ ЛИХОРАДКОЙ (НА ПРИМЕРЕ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

7.1. Принципы разработки моделей и выбор факторов

Целесообразность выбора АПЛ в качестве второй нозологической формы для разработки моделей обусловлена лидирующим положением этой инфекционной болезни в нозологической структуре КИ в ЮФО.

Выбор Астраханской области в качестве субъекта для примера построения «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей объясняется эндемичностью региона по данной ПОИ. Кроме того, результаты проведённого анализа заболеваемости (подробнее представлены ранее в разделе 5.1 Главы 5) указывают на необходимость оптимизации эпидемиологического надзора за этой КИ (в том числе методов прогнозирования и ежегодного анализа заболеваемости) в связи с:

– широкой территориальной распространённостью проявлений этой ПОИ в регионе – больные были выявлены на территории всех административных районов;

– ежегодной регистрацией множественных случаев АПЛ;

– вовлечением в эпидемический процесс детей, в том числе раннего возраста (трудность диагностики у пациентов этой категории);

– низкой долей лёгких форм в клинической структуре на фоне общей тенденции к снижению заболеваемости, что может свидетельствовать о недостаточном выявлении больных.

При разработке «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей использовались числовые значения биотических (численности *R. pumilio* и их прокормителей – сельскохозяйственных животных), климатических и социальных факторов (подробно представлены ранее в соответствующих разделах Главы 5). Лабораторные исследования проб клещей на наличие маркеров возбудителя АПЛ в течение исследуемого периода в Астраханской области (2014–2023 гг.) не проводились, поэтому определение их информативности не представилось

возможным. Принципы выбора данных и построения программы для автоматического выполнения расчётов «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей динамики заболеваемости АПЛ, а также трактовки полученных результатов были аналогичны описанным подробно ранее для моделей динамики заболеваемости КГЛ на примере Ставропольского края и Астраханской области (раздел 6.1 Главы 6).

Наиболее высокая информативность при этом также была получена для широкого перечня климатических факторов (результаты представлены ранее в разделе 5.3 Главы 5). Показатели остальных групп аналогично результатам вычислений, полученных для моделей динамики заболеваемости КГЛ (представлены ранее в соответствующих разделах Главы 5), характеризовались низкими ($< 0{,}5$) значениями коэффициентов информативности. Однако, при повышении информативности социальных и биотических показателей (а также появлении любых других факторов), они могут быть добавлены в вычисления без сложных трудоёмких преобразований общего алгоритма функционирования разработанных «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости АПЛ.

7.2. Результаты «Прогнозной» модели (на примере Астраханской области)

Проверка работы «Прогнозной» модели была выполнена на ретроспективных данных 2018–2019 гг. (с известными результатами заболеваемости АПЛ на 100 тыс. населения по каждому административному району). Полученные данные представлены в таблицах 89–90.

Точность функционирования модели на 2018 г. составила 83,3 %. «Завышенные» ответы были получены для двух административных районов (16,7 %). Данные представлены в таблице 89.

Таблица 89 – Результаты проверки работы «Прогнозной» модели динамики заболеваемости АПЛ для Астраханской области на 2018 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 25	16,48	верный
2.	Ахтубинский	≤ 25	1,57	верный
3.	Володарский	≤ 62,4	10,62	завышенный
4.	Енотаевский	≤ 39,5	27,55	верный
5.	Икрянинский	≤ 39,5	31,70	верный
6.	Камызякский	≤ 62,4	44,65	верный
7.	Красноярский	> 62,4	102,54	верный
8.	Лиманский	≤ 39,5	9,92	завышенный
9.	Наримановский	≤ 62,4	56,06	верный
10.	Приволжский	> 62,4	92,04	верный
11.	Харабалинский	> 62,4	74,05	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

На долю «Верных» ответов в 2019 г. пришлось 75,0 %, «Завышенных» – 25 % (таблица 90).

Таким образом, полученные данные проверки «Прогнозной» модели на ретроспективных сведениях с известными показателями заболеваемости (на 100 тыс. населения) за 2018-2019 гг. свидетельствует о целесообразности проведения её апробации на основе использования оперативных значений факторов.

Таблица 90 – Проверка результатов «Прогнозной» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2019 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 39,5	12,35	завышенный
2.	Ахтубинский	≤ 39,5	3,20	завышенный
3.	Володарский	≤ 25	2,14	верный
4.	Енотаевский	≤ 25	20,02	верный
5.	Икрянинский	≤ 39,5	40,45	верный
6.	Камызякский	≤ 62,4	15,08	завышенный
7.	Красноярский	> 62,4	105,75	верный
8.	Лиманский	≤ 39,5	33,71	верный
9.	Наримановский	> 62,4	72,58	верный
10.	Приволжский	≤ 62,4	61,81	верный
11.	Харабалинский	> 62,4	62,38	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

Апробация модели (составление оперативного прогноза на предстоящий эпидемический сезон) проводилась в 2020–2023 гг. Полученные для каждого административного района результаты представлены в таблицах 91–94.

Таблица 91 – Апробация «Прогнозной» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2020 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 39,5	1,70	завышенный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0,00	верный
3.	Володарский	≤ 25	2,16	верный
4.	Енотаевский	≤ 25	16,16	верный
5.	Икрянинский	≤ 39,5	4,31	завышенный
6.	Камызякский	≤ 39,5	0,00	ложноположительный
7.	Красноярский	> 62,4	0,00	ложноположительный
8.	Лиманский	≤ 39,5	0,00	ложноположительный
9.	Наримановский	> 62,4	0,00	ложноположительный
10.	Приволжский	≤ 39,5	1,89	завышенный
11.	Харабалинский	> 62,4	43,05	ложноположительный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

Результаты «Прогнозной» модели в 2020 г. (период пандемии COVID-19) составили: «Верные» – 33,3 %, «Ложноположительные» – 41,7 %, «Завышенные» – 25,0 % (таблица 91). Полученные данные свидетельствуют об отсутствии неблагоприятного опосредованного влияния климатических факторов предшествующего эпидемического сезона на зарегистрированный в 2020 г. уровень заболеваемости населения КГЛ Астраханской области. Об этом свидетельствует преобладание (66,7 %) «Ложноположительных» и «Завышенных» результатов, что непосредственно отражает соответствие числовых показателей большинства климатических факторов диапазонам высоких положительных значений прогностических коэффициентов («появлению больных» согласно используемой методике).

Таблица 92 – Апробация «Прогнозной» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2021 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 62,4	3,24	завышенный
2.	Ахтубинский	> 62,4	0,00	ложноположительный
3.	Володарский	≤39,5	2,18	завышенный
4.	Енотаевский	> 62,4	4,06	завышенный
5.	Икрянинский	≤ 62,4	15,24	завышенный
6.	Камызякский	≤ 25	6,54	верный
7.	Красноярский	> 62,4	32,82	завышенный
8.	Лиманский	> 62,4	6,93	завышенный
9.	Наримановский	> 62,4	17,04	завышенный
10.	Приволжский	≤ 62,4	25,95	завышенный
11.	Харабалинский	> 62,4	46,09	завышенный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

На долю «Верных» ответов в 2021 г. (период пандемии COVID-19) пришлось 16,7 %, «Завышенных» – 75,0 % «Ложноположительных» – 8,3 % (таблица 92). Полученные данные с высокой суммарной (83,3 %) долей «Завышенных» и «Ложноположительных» результатов вновь подтверждают отсутствие неблагоприятного косвенного влияния погодных условий предшествующего

эпидемического сезона (2020 г.) на зарегистрированный в 2021 г. уровень заболеваемости населения АПЛ.

Таблица 93 – Апробация «Прогнозной» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2022 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 25	1,93	верный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Володарский	≤ 25	2,2	верный
4.	Енотаевский	≤ 25	4,1	верный
5.	Икрянинский	≤ 25	8,81	верный
6.	Камызякский	≤ 25	4,38	верный
7.	Красноярский	≤ 39,5	11	завышенный
8.	Лиманский	≤ 25	0	верный
9.	Наримановский	≤ 25	8,58	верный
10.	Приволжский	≤ 39,5	10,75	завышенный
11.	Харабалинский	≤ 39,5	23,34	завышенный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0	верный

Точность результатов «прогнозных» расчётов в 2022 г. (период стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19) возросла, составив 75 %. На долю «Завышенных» ответов пришлось всего 25 %, «Ложноположительных» не отмечалось (таблица 93).

Интерес представляет анализ результатов прогноза на 2023 г., когда был зарегистрирован подъём числа выявленных больных АПЛ, при этом ИП заболеваемости (на 100 тыс. населения) превысил в 2,5 раза уровень 2022 г. и в два раза показатель 2020–2022 гг. Данные ранее были представлены ранее на рисунке 103 раздела 5.1 Главы 5. Точность модели составила 83,3 % (таблица 94).

При этом полученные данные свидетельствуют, что наблюдаемый подъём интенсивности проявлений эпидемического процесса, вероятнее всего, был опосредованно связан с благоприятным действием погодных условий предшествующего эпидемического сезона на жизнедеятельность всех стадий сложного цикла развития *R. pumilio.* Наиболее высокими значениями прогностических коэффициентов характеризовались показатели средней,

максимальной и минимальной температуры воздуха с сентября по ноябрь. Значения прогностических коэффициентов этих показателей представлены далее на рисунке 137 раздела 7.4. Указанные факторы, согласно литературным данным, влияя на жизнедеятельность клещей, обусловливают высокую численность переносчиков АПЛ (и, как следствие, рост заболеваемости населения) в следующем эпидемическом сезоне [188, 189, 199].

Таблица 94 – Апробация «Прогнозной» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2023 г.

№	Административный район	Результат прогноза	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 25	6,4	верный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Володарский	≤ 25	9	верный
4.	Енотаевский	≤ 25	3,9	верный
5.	Икрянинский	≤ 39,5	12,4	завышенный
6.	Камызякский	≤ 25	8,4	верный
7.	Красноярский	≤ 39,5	19,4	завышенный
8.	Лиманский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Наримановский	≤ 25	12,5	верный
10.	Приволжский	≤ 25	24,8	верный
11.	Харабалинский	≤ 62,4	60,4	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0	верный

Общие результаты работы «Прогнозной» модели заболеваемости АПЛ на примере Астраханской области за исследуемый период представлены в таблице 95.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что верные результаты (для 12 районов) составили от 88,3 % до 16,7 %. «Ложноотрицательные» («Истинно ошибочные») результаты получены не были. Превалирование «Ложноположительных» и «Завышенных» ответов отмечалось в 2020-2021 г. – суммарно 66,7 % и 83,3 % соответственно. Наибольший процент полностью совпадающих результатов (83,3 %) был получен при проверке модели (на ретроспективных данных) в 2018 г. и при её апробации в 2023 г.

Таблица 95 – Результаты «Прогнозной» модели динамики заболеваемости АПЛ для Астраханской области с 2018 по 2023 г.

Результат прогноза	Годы											
	2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)
Верный	10	83,3	9	75,0	4	33,3	2	16,7	9	75,0	10	83,3
Ложноположительный	–	–	–	–	5	41,7	1	8,3	–	–	–	–
Завышенный	2	16,7	3	25,0	3	25,0	9	75,0	3	25,0	2	16,7

Следует отметить, что наименьшая точность модели была зарегистрирована в 2020-2021 гг. (период пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19). При этом анализ полученных результатов указывает на отсутствие косвенного неблагоприятного действия погодных условий предшествующих эпидемических сезонов на интенсивность проявлений эпидемического процесса АПЛ в Астраханской области. Данные прогноза на 2023 г., напротив, свидетельствуют о положительном влиянии климатических факторов (с сентября по ноябрь) – средней, максимальной и минимальной температуры воздуха на развитие и сохранение жизнеспособности *R. pumilio,* что обусловило высокую численность клещей в исследуемом году.

Таким образом, средняя точность полученных результатов «Прогнозной» модели динамики заболеваемости АПЛ составила 79,2 % (без учёта данных, полученных в период пандемии COVID-19).

Результаты оценки диагностической ценности модели за каждый год и общие за весь период исследования представлены в таблице 96.

Таблица 96 – Результаты оценки диагностической ценности «Прогнозной» модели динамики заболеваемости АПЛ с 2018 по 2023 г. (%)

№ п/п	Показатели	Годы						Общее значение	Значение (без 2020-21 гг.)
		2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.	Чувствительность	100	100	100	100	100	100	100,0	100
2.	Специфичность	100	100	28,6	50	100	100	64,7	100
3.	Прогностическая ценность положительного результата	100	100	50	90,9	100	100	90,2	100
4.	Прогностическая ценность отрицательного результата	100	100	100	100	100	100	100,0	100

Таким образом, анализ полученных результатов работы данной модели свидетельствует о перспективности её дальнейшего применения для составления краткосрочного прогноза заболеваемости населения АПЛ в Астраханской области и оценки опосредованного влияния на неё факторов предыдущего эпидемического сезона.

7.3. Результаты «Уточняющей» модели (на примере Астраханской области)

«Уточняющая» модель была разработана для анализа эпидемиологической ситуации по АПЛ с учётом результатов прогноза и влияния факторов текущего года. Проверка её работы была выполнена на ретроспективных данных 2018–2019 гг. Результаты представлены в таблицах 97–98.

Точность проверки модели на 2018 г. составила 83,3 % («Верные» результаты были получены для 10 районов). На долю «Завышенных» ответов пришлось 16,7 % (таблица 97).

Таблица 97 – Проверка результатов «Уточняющей» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2018 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 25	16,48	верный
2.	Ахтубинский	≤ 25	1,57	верный
3.	Володарский	≤ 25	10,62	верный
4.	Енотаевский	≤ 62,4	27,55	завышенный
5.	Икрянинский	≤ 39,5	31,70	верный
6.	Камызякский	≤ 62,4	44,65	верный
7.	Красноярский	> 62,4	102,54	верный
8.	Лиманский	≤ 39,5	9,92	завышенный
9.	Наримановский	≤ 62,4	56,06	верный
10.	Приволжский	> 62,4	92,04	верный
11.	Харабалинский	> 62,4	74,05	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

Полученные данные на 2019 г. составили: «Верные» – 75 %, «Завышенные» – 25 % (таблица 98).

Таким образом, результаты проверки «Уточняющей» модели на ретроспективных сведениях за 2018-2019 гг. свидетельствуют о целесообразности проведения ее апробации на основе использования оперативных значений факторов. Апробация моделей проводилась в 2020–2023 гг. Полученные данные представлены в таблицах 99–102.

Таблица 98 – Проверка результатов «Уточняющей» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2019 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 39,5	12,35	завышенный
2.	Ахтубинский	≤ 39,5	3,20	завышенный
3.	Володарский	≤ 25	2,14	верный
4.	Енотаевский	≤ 25	20,02	верный
5.	Икрянинский	≤ 39,5	40,45	верный
6.	Камызякский	≤ 39,5	15,08	завышенный
7.	Красноярский	> 62,4	105,75	верный
8.	Лиманский	≤ 39,5	33,71	верный
9.	Наримановский	> 62,4	72,58	верный
10.	Приволжский	≤ 62,4	61,81	верный
11.	Харабалинский	> 62,4	62,38	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

Результаты «Уточняющей» модели в 2020 г. (период пандемии COVID-19) составили: «Верные» – 25 %, «Завышенные» – 41,7 %, «Ложноположительные» – 33,3 % (таблица 99). Полученные при этом данные свидетельствуют об отсутствии неблагоприятного опосредованного влияния на зарегистрированный в 2020 г. уровень заболеваемости населения АПЛ Астраханской области погодных условий текущего эпидемического сезона. На это указывает суммарное преобладание (75 %) «Ложноположительных» и «Завышенных» результатов, отражающих соответствие числовых показателей большинства климатических факторов диапазонам высоких положительных значений прогностических коэффициентов.

Данные апробации модели на 2021 г. (период пандемии COVID-19) представлены в таблице 100. На долю «Верных» ответов также пришлось 16,7 %, «Завышенных» – 75 %, «Ложноположительных» – 8,3 %. Полученные результаты с суммарным превалированием (83,3 %) «Завышенных» и «Ложноположительных» вновь подтверждают отсутствие выраженного неблагоприятного опосредованного влияния климатических факторов текущего эпидемического сезона на зарегистрированный в 2021 г. уровень заболеваемости населения АПЛ.

Таблица 99 – Апробация «Уточняющей» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2020 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	> 62,4	1,70	завышенный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0,00	верный
3.	Володарский	≤ 39,5	2,16	завышенный
4.	Енотаевский	≤ 39,5	16,16	завышенный
5.	Икрянинский	≤ 39,5	4,31	завышенный
6.	Камызякский	≤ 39,5	0,00	ложноположительный
7.	Красноярский	> 62,4	0,00	ложноположительный
8.	Лиманский	≤ 39,5	0,00	ложноположительный
9.	Наримановский	> 62,4	0,00	ложноположительный
10.	Приволжский	≤ 39,5	1,89	завышенный
11.	Харабалинский	> 62,4	43,05	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

Таблица 100 – Апробация «Уточняющей» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2021 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 39,5	3,24	завышенный
2.	Ахтубинский	> 62,4	0,00	ложноположительный
3.	Володарский	≤ 39,5	2,18	завышенный
4.	Енотаевский	> 62,4	4,06	завышенный
5.	Икрянинский	≤ 39,5	15,24	завышенный
6.	Камызякский	≤ 25	6,54	верный
7.	Красноярский	> 62,4	32,82	завышенный
8.	Лиманский	≤ 39,5	6,93	завышенный
9.	Наримановский	≤ 39,5	17,04	завышенный
10.	Приволжский	≤ 62,4	25,95	завышенный
11.	Харабалинский	> 62,4	46,09	завышенный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0,00	верный

Точность «Уточняющей» модели на 2022 г. (период стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19) возросла, составив 75 %. При этом «Завышенные» ответы составили 25 %. Результаты представлены в таблице 101.

Таблица 101 – Апробация «Уточняющей» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2022 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 25	1,93	верный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Володарский	≤ 25	2,2	верный
4.	Енотаевский	≤ 25	4,1	верный
5.	Икрянинский	≤ 25	8,81	верный
6.	Камызякский	≤ 25	4,38	верный
7.	Красноярский	≤ 39,5	11	завышенный
8.	Лиманский	≤ 25	0	верный
9.	Наримановский	>25 и ≤ 39,5	8,58	завышенный
10.	Приволжский	≤ 25	10,75	верный
11.	Харабалинский	≤ 39,5	23,34	завышенный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0	верный

Интерес представляет анализ расчётов на 2023 г., когда был выявлен подъём заболеваемости АПЛ, превысивший уровень 2022 г. в 2,5 раза и средний уровень периода 2020–2022 гг. в два раза. Данные ранее были представлены на рисунке 103 раздела 5.1 Главы 5. Результаты модели представлены в таблице 102. Доля «Верных» ответов составила 83,3 %. При этом анализ полученных результатов свидетельствует, что наблюдаемый подъём интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ был в значительной мере косвенно обусловлен благоприятными для развития и жизнедеятельности *R. pumilio* погодными условиями текущего эпидемического сезона. Наиболее высокие значения

прогностических коэффициентов отмечались для средней, максимальной и минимальной температуры воздуха в марте, апреле и августе, а также относительной влажности воздуха и количества выпавших осадков в августе (представлены далее на рисунке 137 раздела 7.4). Эти гидрометеорологические показатели, согласно литературным данным, оказывая влияние на жизнедеятельность всех стадий развития *R. pumilio* обусловливают высокую численность клещей (и, как следствие, рост заболеваемости населения).

Таблица 102 – Апробация «Уточняющей» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2023 г.

№	Административный район	Результат	Фактическая заболеваемость (на 100 тыс. населения)	Трактовка результата
1.	Астрахань	≤ 25	6,4	верный
2.	Ахтубинский	≤ 0,000009	0	верный
3.	Володарский	≤ 25	9	верный
4.	Енотаевский	≤ 25	3,9	верный
5.	Икрянинский	≤ 39,5	12,4	завышенный
6.	Камызякский	≤ 25	8,4	верный
7.	Красноярский	≤ 39,5	19,4	завышенный
8.	Лиманский	≤ 0,000009	0	верный
9.	Наримановский	≤ 25	12,5	верный
10.	Приволжский	≤ 25	24,8	верный
11.	Харабалинский	≤ 62,4	60,4	верный
12.	Черноярский	≤ 0,000009	0	верный

Общие результаты работы «Уточняющей» модели за исследуемый период представлены в таблице 103.

Таблица 103 – Результаты «Уточняющей» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) на 2018–2023 гг.

Результат прогноза	Годы											
	2018		2019		2020		2021		2022		2023	
	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)	Число районов (абс.)	Число районов (%)
Верный	10	83,3	9	75,0	3	25,0	2	16,7	9	75,0	10	83,3
Ложноположительный	–	–	–	–	4	33,3	1	8,3	–	–	–	–
Завышенный	2	16,7	3	25,0	5	41,7	9	75,0	3	25,0	2	16,7

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что верные результаты (для 12 районов) составили от 83,3 до 16,7 %, «Ложноотрицательные» (истинно ошибочные) результаты получены не были. Превалирование «Ложноположительных» и «Завышенных» ответов суммарно отмечалось в 2020-2021 гг. – 75 % и 83,3 % соответственно. Наибольший процент полностью совпадающих результатов (83,3 %) был получен при проверке модели (на ретроспективных данных) в 2018 г. и при её апробации в 2023 г.

Следует отметить, что наименьшая точность модели была выявлена в 2020-2021 гг. (период пандемии COVID-19). При этом анализ полученных результатов указывает на отсутствие опосредованного отрицательного действия погодных условий текущих эпидемических сезонов на интенсивность проявлений эпидемического процесса АПЛ в Астраханской области. Данные модели на 2023 г., напротив, свидетельствуют о положительном влиянии климатических факторов в текущем эпидемическом сезоне (в наибольшей степени средней, максимальной и минимальной температуры воздуха в марте, апреле и августе, а также относительной влажности воздуха и количества выпавших осадков в августе –

показателей, характеризующихся наиболее высокими значениями прогностических коэффициентов) на развитие всех стадий *R. pumilio*, что способствовало формированию высокой численности клещей (и, опосредованно, наблюдаемому уровню заболеваемости АПЛ) в исследуемом году.

В связи с этим, средняя точность полученных результатов «Уточняющей» модели динамики заболеваемости АПЛ (на примере Астраханской области) составила 77,2 % (без учёта данных, полученных в период пандемии COVID-19).

Результаты оценки диагностической ценности модели за каждый год и общие за весь период исследования представлены в таблице 104.

Таблица 104 – Результаты оценки диагностической ценности «Уточняющей» модели динамики заболеваемости АПЛ с 2018 по 2023 г. (%)

№ п/п	Показатели	Годы						Общее значение	Значение (без 2020-21 гг.)
		2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.	Чувствительность	100	100	100	100	100	100	100	100
2.	Специфичность	100	100	33,3	50	100	100	68,8	100
3.	Прогностическая ценность положительного результата	100	100	60	90,9	100	100	91,8	100
4.	Прогностическая ценность отрицательного результата	100	100	100	100	100	100	100	100

Таким образом, оценка полученных результатов работы данной модели свидетельствует о перспективности её дальнейшего применения для анализа эпидемиологической ситуации (учитывающего результаты прогнозирования и влияние факторов текущего года) по АПЛ в Астраханской области и определения опосредованного влияния на неё условий текущего эпидемического сезона.

Вместе с тем, получение полного представления о наиболее вероятных причинах изменения числа больных этой КИ (в том числе, обусловленных влиянием абиотических факторов) возможно при комплексном применении «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей.

7.4. Комплексное использование «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей (на примере Астраханской области)

Для получения наиболее полного научно-обоснованного представления о влиянии климатических и других (не связанных с функционированием паразитарной системы) факторов на формирование эпидемиологической ситуации по АПЛ в Астраханской области целесообразно комплексное использование «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей. Сравнение полученных результатов между собой и с фактически зарегистрированными показателями заболеваемости по отдельным административным районам способствует выявлению наиболее вероятных условий и причин изменения наблюдаемой динамики проявлений эпидемического процесса этой КИ в различные годы. Применение такого подхода открывает возможности для дифференцированного планирования комплекса мер, направленных на стабилизацию эпидемиологической ситуации по АПЛ на территории этого эндемичного субъекта юга России.

Так, согласно результатам ранее проведённого эпидемиологического анализа (раздел 5.1 Главы 5), выраженный спад заболеваемости АПЛ в Астраханской области был зарегистрирован в 2020 г. (начало пандемии COVID-19) – 3,4 ± 0,6 $^{0}/_{0000}$) (при среднем значении 26,0 ± 2,1 $^{0}/_{0000}$ в 2014–2019 гг.). Уровень интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ в 2021 г. несколько возрос, но не достиг «допандемийного» уровня (рисунок 103 раздела 5.1 Главы 5). При оценке данных прогноза для этого двухлетнего периода установлена низкая доля верных ответов – 33,3 % и 16,7 % для 2020 и 2021 гг. соответственно. Однако выявленное превалирование «Ложноположительных» и «Завышенных» результатов в «Прогнозной» и «Уточняющей» моделях, полученных одновременно для одних и тех же административных районов, свидетельствует об отсутствии неблагоприятного влияния климатических факторов на жизнедеятельность всех стадий цикла развития *R. pumilio* и, как следствие, на наблюдаемую низкую интенсивность проявлений эпидемического процесса этой КИ в период пандемии новой коронавирусной инфекции (таблица 105).

Таблица 105 – Сопоставление результатов проверки «Прогнозной», «Уточняющей» моделей и фактических данных по заболеваемости АПЛ для Астраханской области на 2020-2021 гг. (период пандемии COVID-19)

№ п/п	Административный район	Прогноз на 2020 г.		«Уточнение» на 2020 г.		ИП на 100 тыс.	Прогноз на 2021 г.		«Уточнение» на 2021 г.		ИП на 100 тыс.
		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат	
1	Астрахань	завышенный	≤ 39,5	завышенный	> 62,4	1,70	завышенный	≤ 62,4	завышенный	≤ 39,5	3,24
2	Ахтубинский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0,00	ложноположительный	> 62,4	ложноположительный	> 62,4	0,00
3	Володарский	верный	≤ 25	завышенный	≤ 39,5	2,16	завышенный	≤39,5	завышенный	≤ 39,5	2,18
4	Енотаевский	верный	≤ 25	завышенный	≤ 39,5	16,16	завышенный	> 62,4	завышенный	> 62,4	4,06
5	Икрянинский	завышенный	≤ 39,5	завышенный	≤ 39,5	4,31	завышенный	≤ 62,4	завышенный	≤ 39,5	15,24
6	Камызякский	ложноположительный	≤ 39,5	ложноположительный	≤ 39,5	0,00	верный	≤ 25	верный	≤ 25	6,54
7	Красноярский	ложноположительный	> 62,4	ложноположительный	> 62,4	0,00	завышенный	> 62,4	завышенный	> 62,4	32,82
8	Лиманский	ложноположительный	≤ 39,5	ложноположительный	≤ 39,5	0,00	завышенный	> 62,4	завышенный	≤ 39,5	6,93
9	Наримановский	ложноположительный	> 62,4	ложноположительный	> 62,4	0,00	завышенный	> 62,4	завышенный	≤ 39,5	17,04
10	Приволжский	завышенный	≤ 39,5	завышенный	≤ 39,5	1,89	завышенный	≤ 62,4	завышенный	≤ 62,4	25,95
11	Харабалинский	ложноположительный	> 62,4	верный	> 62,4	43,05	завышенный	> 62,4	завышенный	> 62,4	46,09
12	Черноярский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0,00	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0,00

Таблица 106 – Сопоставление результатов апробации «Прогнозной», «Уточняющей» моделей и фактических данных по заболеваемости АПЛ для Астраханской области на 2022-2023 гг.

№ п/п	Административный район	Прогноз на 2022 г.		«Уточнение» на 2022г.		ИП на 100 тыс.	Прогноз на 2023 г.		«Уточнение» на 2023 г.		ИП на 100 тыс.
		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат		Трактовка	Результат	Трактовка	Результат	
1	Астрахань	верный	≤ 25	верный	≤ 25	1,93	верный	≤ 25	верный	≤ 25	6,4
2	Ахтубинский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
3	Володарский	верный	≤ 25	верный	≤ 25	2,2	верный	≤ 25	верный	≤ 25	9
4	Енотаевский	верный	≤ 25	верный	≤ 25	4,1	верный	≤ 25	верный	≤ 25	3,9
5	Икрянинский	верный	≤ 25	верный	≤ 25	8,81	завышенный	≤ 39,5	завышенный	≤ 39,5	12,4
6	Камызякский	верный	≤ 25	верный	≤ 25	4,38	верный	≤ 25	верный	≤ 25	8,4
7	Красноярский	завышенный	≤ 39,5	завышенный	≤ 39,5	11	завышенный	≤ 39,5	завышенный	≤ 39,5	19,4
8	Лиманский	верный	≤ 25	верный	≤ 25	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0
9	Наримановский	верный	≤ 25	завышенный	>25 и ≤ 39,5	8,58	верный	≤ 25	верный	≤ 25	12,5
10	Приволжский	завышенный	≤ 39,5	верный	≤ 25	10,75	верный	≤ 25	верный	≤ 25	24,8
11	Харабалинский	завышенный	≤ 39,5	завышенный	≤ 39,5	23,34	верный	≤ 62,4	верный	≤ 62,4	60,4
12	Черноярский	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0	верный	≤ 0,000009	верный	≤ 0,000009	0

В качестве наиболее вероятной причины выявленного снижения заболеваемости АПЛ (так же, как и другими КИ) целесообразно рассматривать недостаточное выявление больных в связи с загруженностью лабораторной сети и перепрофилированием ЛПО в период пандемии COVID-19. В пользу данного предположения также указывает отсутствие в клинической структуре АПЛ лёгких форм с 2020 г. (рисунок 109 раздела 5.1 Главы 5). Введение ограничительных мер (самоизоляция населения в целях предотвращения распространения SARS-CoV-2) также могло привести к уменьшению интенсивности контактов населения с клещами и, как следствие, к наблюдаемому спаду интенсивности проявлений эпидемического процесса. По данным рисунка 112 раздела 5.2 Главы 5 в 2020-2021 гг. установлено уменьшение обращаемости населения в ЛПО по поводу укусов клещей. Однако дальнейшее снижение этого показателя также наблюдалось в 2022 и 2023 гг. (когда был выявлен рост заболеваемости), что свидетельствует о меньшей роли данного фактора, как возможной причины наблюдаемого спада заболеваемости АПЛ в период пандемии COVID-19.

В 2022 г. (период стабилизации эпидемиологической ситуации по COVID-19) точность результатов «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей возросла до 75 % (таблица 106). Вместе с тем, «Завышенные» результаты были получены одновременно в обеих моделях для Красноярского и Харабалинского районов, характеризующихся высокой интенсивностью проявлений эпидемического процесса АПЛ (таблица 44 раздела 5.1 Главы 5). Это также может указывать на недостаточное выявление больных с лёгким течением АПЛ, что подтверждается отсутствием лёгких форм в клинической структуре за 2022 г. на общем фоне снижения заболеваемости. Соответствующие данные ранее были представлены на рисунке 109 раздела 5.1 Главы 5. Вместе с тем, на примере двух других районов подтверждается связь зарегистрированной в 2022 г. интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ с опосредованным влиянием климатических факторов. Так, по Приволжскому району прогноз заболеваемости по отношению к фактически зарегистрированному показателю был «Завышенный». Однако в «Уточняющей» модели получен «Верный» результат. Это указывает на отсутствие

благоприятных погодных условий в текущем эпидемическом сезоне для достижения прогнозируемого уровня заболеваемости (при их положительном влиянии на развитие и жизнедеятельность *R. pumilio* в предшествующем). По Наримановскому району в «Уточняющей» модели был получен «Завышенный» ответ при «Верном» результате прогноза. Это свидетельствует о том, что отрицательное действие климатических факторов предшествующего года было более выраженным, несмотря на наличие благоприятных погодных условий для достижения более высокого уровня заболеваемости в текущем эпидемическом сезоне.

Однако особый интерес представляет анализ данных комплексного использования «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей в 2023 г., когда был вновь зарегистрирован подъём заболеваемости (10,5 ± 1,1 $^{0}/_{0000}$) по сравнению с 2020–2022 гг. в два раза (рисунок 103 раздела 5.1 Главы 5). Точность обеих моделей составила 83,3 % (таблица 106). Полученные результаты при этом свидетельствуют, что рост числа выявленных больных, вероятнее всего, был обусловлен благоприятным влиянием погодных условий на жизнедеятельность имаго и развитие преимагинальных стадий *R. pumilio*. Это подтверждается высокими значениями прогностических коэффициентов средней, максимальной и минимальной температуры воздуха в марте, апреле и августе текущего года, в сентябре, октябре и ноябре предшествующего, а также относительной влажности воздуха и количества выпавших осадков в августе текущего эпидемического сезона (рисунок 137).

Таким образом, комплексное использование «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей способствует поиску наиболее вероятных причин (обусловленных погодными условиями или других, не связанных с активностью природного очага АПЛ) изменения динамики заболеваемости этой КИ, для составления дифференцированного плана профилактических мероприятий (и оценки эффективности их проведения в текущем году), а также планирования объёмов эпизоотологического мониторинга.

№ п/п	Административная территория	Значение прогностических коэффициентов факторов																			
		Средняя температура воздуха в сентябре	Средняя температура воздуха в октябре	Средняя температура воздуха в ноябре	Максимальная температура воздуха в сентябре	Максимальная температура воздуха в октябре	Максимальная температура воздуха в ноябре	Минимальная температура воздуха в сентябре	Минимальная температура воздуха в октябре	Минимальная температура воздуха в ноябре	Средняя температура воздуха в марте	Средняя температура воздуха в апреле	Средняя температура воздуха в августе	Максимальная температура воздуха в марте	Максимальная температура воздуха в апреле	Максимальная температура воздуха в августе	Минимальная температура воздуха в марте	Минимальная температура воздуха в апреле	Минимальная температура воздуха в августе	Количество выпавших осадков в августе	Относительная влажность воздуха в августе
1	Астрахань	6,56	7,17	7,12	6,51	5,45	5,75	7,12	4,90	4,69	5,98	6,46	4,66	4,69	5,47	6,51	4,90	4,90	5,98	3,95	5,66
2	Ахтубинский	0,52	0,53	-0,46	-2,85	-3,05	-3,22	-0,46	0,46	1,75	-2,43	-0,69	-2,11	1,75	-7,09	-2,85	0,46	0,46	-2,43	-0,35	1,04
3	Володарский	4,07	7,17	7,12	1,98	6,02	0,49	7,12	1,91	8,80	2,32	6,46	3,55	8,80	2,57	1,98	1,91	1,91	2,32	3,95	5,66
4	Енотаевский	6,56	4,17	7,12	1,98	2,98	0,49	7,12	1,91	4,69	5,98	3,20	4,66	4,69	5,47	1,98	1,91	1,91	5,98	3,95	5,60
5	Икрянинский	4,07	7,17	7,12	1,98	6,02	5,75	7,12	4,90	8,80	2,32	6,46	3,55	8,80	2,57	1,98	4,90	4,90	2,32	3,95	5,66
6	Камызякский	6,56	7,17	7,12	1,98	6,02	5,75	7,12	4,90	8,80	2,32	6,46	4,66	8,80	5,47	1,98	4,90	4,90	2,32	3,95	5,60
7	Красноярский	6,56	4,17	7,12	6,51	2,98	0,49	7,12	1,91	4,69	5,98	3,20	3,55	4,69	2,57	6,51	1,91	1,91	5,98	3,95	5,60
8	Лиманский	0,52	0,53	-0,46	-2,85	-3,05	-3,22	-0,46	0,46	1,75	-2,43	-0,69	-2,11	1,75	-7,09	-2,85	0,46	0,46	-2,43	-0,35	1,04
9	Наримановский	6,56	7,17	7,12	6,51	6,02	2,13	7,12	4,90	8,80	2,32	3,20	3,55	8,80	2,57	6,51	4,90	4,90	2,32	3,95	5,60
10	Приволжский	4,07	7,17	7,12	1,98	6,02	2,13	7,12	4,90	8,80	2,32	6,46	3,55	8,80	2,57	1,98	4,90	4,90	2,32	3,95	5,66
11	Харабалинский	6,56	4,17	7,12	1,98	2,98	0,49	7,12	1,91	4,69	5,98	3,20	4,66	4,69	5,47	1,98	1,91	1,91	5,98	3,95	5,60
12	Черноярский	0,52	0,53	-0,46	-2,85	-3,05	-3,22	-0,46	0,46	1,75	-2,43	-0,69	-2,11	1,75	-7,09	-2,85	0,46	0,46	-2,43	-0,35	1,04

Рисунок 137 – Значения прогностических коэффициентов климатических факторов, оказавших наиболее выраженное положительное опосредованное влияние на заболеваемость населения АПЛ в Астраханской области в 2023 г.

Таким образом, при разработке «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей АПЛ на примере Астраханской области (эндемичного субъекта юга России, характеризующегося наиболее высокими показателями заболеваемости) использовались числовые показатели биотических, абиотических и социальных факторов, прямо или опосредованно влияющих на интенсивность проявлений эпидемического процесса этой КИ (ранее представлены в разделе 2.1 Главы 2). Проверка работы моделей проводилась на ретроспективных данных 2018–2019 гг. (с известными показателями заболеваемости на 100 тыс. населения по каждому административному району). Апробация моделей с использованием оперативных значений факторов была выполнена в 2020–2023 гг.

Полученные данные свидетельствуют, что разработанные «Прогнозные» модели позволяют составлять прогноз заболеваемости АПЛ по отдельным административным районам Астраханской области с точностью 79,2 %, «Уточняющие модели» – проводить анализ эпидемиологической ситуации (с учётом результатов прогноза и влияния факторов текущего эпидемического сезона) с точностью 77,2 % (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19). Показатели оценки диагностической ценности моделей составили: чувствительность – 100 %, специфичность – 100 %, прогностическая ценность положительного результата – 100 %, прогностическая ценность отрицательного результата – 100 %.

Данные комплексного использования «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей указывают на отсутствие климатических предпосылок к спаду интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ в Астраханской области в период пандемии COVID-19 (характеризовались превалированием «Ложноположительных» («Завышенных») результатов по одним и тем же районам). Также полученные результаты свидетельствуют, что подъём заболеваемости этой КИ в 2023 г. был, вероятнее всего, обусловлен благоприятным действием климатических факторов (характеризующихся наиболее высокими значениями прогностических коэффициентов) предшествующего и текущего года на *R. pumilio* в соответствии с их сложным жизненным циклом.

ГЛАВА 8. РАЗРАБОТКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА «ZIKA-MAP» (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ КРЫМ)

8.1. Разработка и функционирование интернет-ресурса «ZikaMap»

Интернет-ресурс «ZikaMap» был разработан сотрудниками Ставропольского противочумного института Роспотребнадзора в 2016 г., когда Всемирная организация здравоохранения объявила международную чрезвычайную ситуацию в связи с эпидемической вспышкой лихорадки Зика [103, 131, 149]. В дальнейшем структура программно-аппаратного комплекса была модернизирована и по настоящее время «ZikaMap» используется для картографического анализа результатов мониторинга комаров-переносчиков арбовирусов и случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками на Черноморском побережье Российской Федерации в режиме реального времени. Получаемые результаты используются учреждениями Роспотребнадзора Краснодарского края и Республики Крым при составлении (экстренной коррекции) плана и рекомендаций по энтомологическому обследованию и проведению инсектицидных (ларвицидных) обработок. Характеристика и принципы технической реализации программного комплекса интернет-ресурса подробно были ранее представлены в разделах 2.1 и 2.2 главы 2.

Функционирование «ZikaMap» происходит в режиме реального времени, обеспечивая оперативное внесение унифицированных сведений и их централизованное безопасное хранение.

Для работы с ресурсом отсутствует необходимость в приобретении специализированного технического обеспечения, кроме персональных компьютеров или других подобных девайсов (ноутбука, планшетов и т.д.), а также в закупке, установке и настройке какого-либо дополнительного программного обеспечения. Системные требования для эксплуатации «ZikaMap» также минимальны – достаточно только наличие современных операционной системы и браузера. Кроме того, приобретение задействованными сотрудниками учреждений

Роспотребнадзора практических навыков по работе с ресурсом не предполагает финансовых затрат и наличия (вызова) специализированного персонала в области современных информационных технологий.

Кроме того, простота эксплуатации программно-аппаратного комплекса «ZikaMap» обеспечивает возможность быстрой взаимозаменяемости сотрудников, тем самым поддерживая непрерывность процесса внесения данных. Так, для обучения выполнению всех действий (заполнение учётных форм, нанесение условных обозначений на карту, редактирование ранее внесённой информации, удаление точки с данными) достаточно ознакомиться с разработанными специалистами ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора методическими рекомендациями «Инструкция по работе с интернет-ресурсом «ZikaMap» для анализа результатов мониторинга комаров *Aedes albopictus* на территории Черноморского побережья Российской Федерации».

Разработанный интернет-ресурс «ZikaMap» размещён на сервере Ставропольского противочумного института Роспотребнадзора http://snipchi.ru/page.php?326 Доступ к ресурсу ограничен средствами администрирования (рисунок 138).

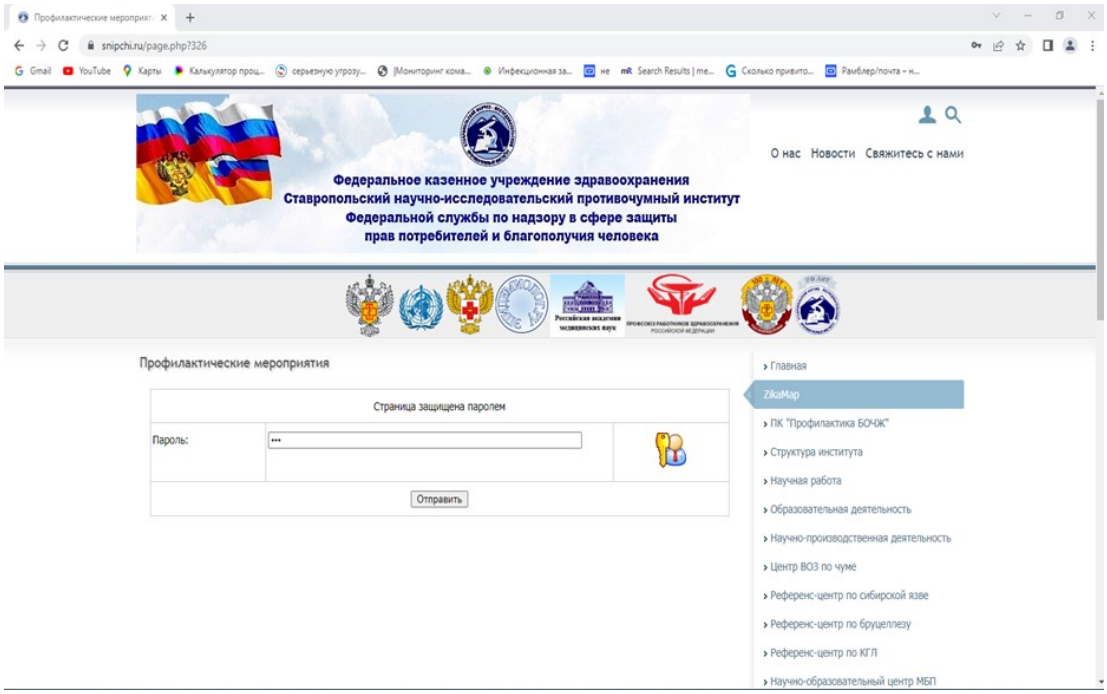


Рисунок 138 – Ввод пароля для доступа на главную страницу интернет-ресурса «ZikaMap»

Архитектура программного комплекса состоит из вкладок для ввода и отображения данных (по каждому субъекту) и вкладки «Администрирование». После входа в систему открывается страница с индивидуальными вкладками (строками), соответствующими наименованиям административных единиц Причерноморского региона, на территории которых проводится мониторинг комаров, и «Администрирование», содержащая результаты по всем субъектам Черноморского побережья Российской Федерации, подлежащих энтомологическому обследованию (рисунок 139).

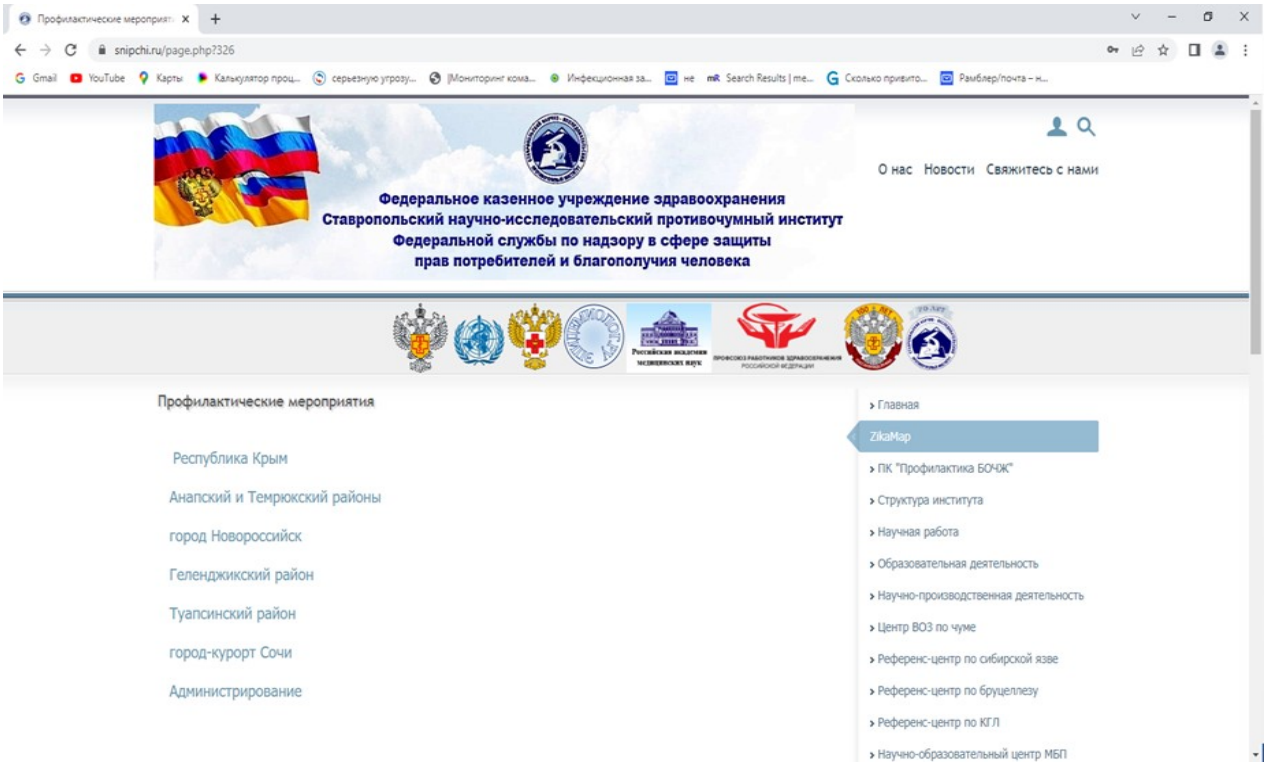


Рисунок 139 – Интерфейс страницы интернет-ресурса «ZikaMap», содержащей вкладки с наименованиями всех субъектов Причерноморского региона

Доступ в каждую вкладку осуществляется задействованными специалистами по индивидуальному паролю (рисунок 140).

Архитектура всех вкладок однотипна и состоит из 2 подвкладок – «Мониторинг комаров (ввод/редактирование)» и «Вывод данных».

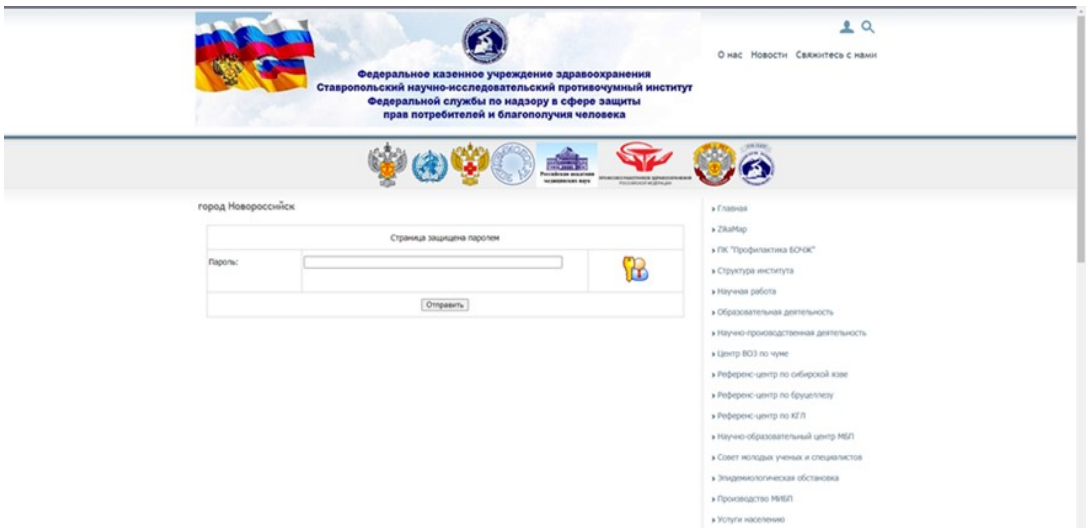


Рисунок 140 – Ввод пароля для перехода на вкладку интернет-ресурса «ZikaMap» по выбранному субъекту

Вкладка «Мониторинг (ввод/редактирование)» предназначена для ввода сведений по каждой стационарной точке энтомологического обследования (выявленному случаю заболевания лихорадкой денге (другими тропическими арбовирусными лихорадками) с предусмотренными функциями редактирования и удаления данных (рисунки 141, 144).

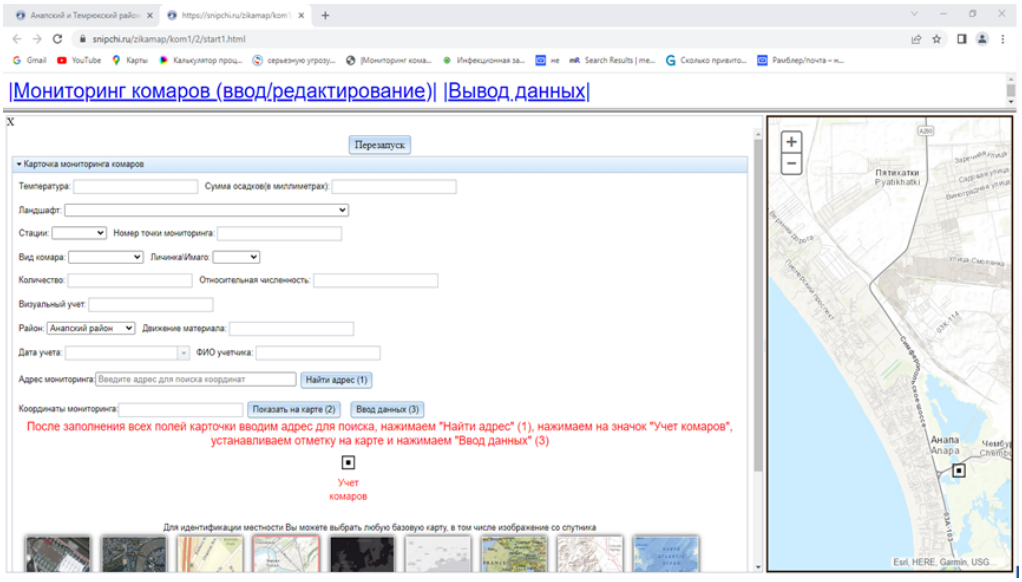
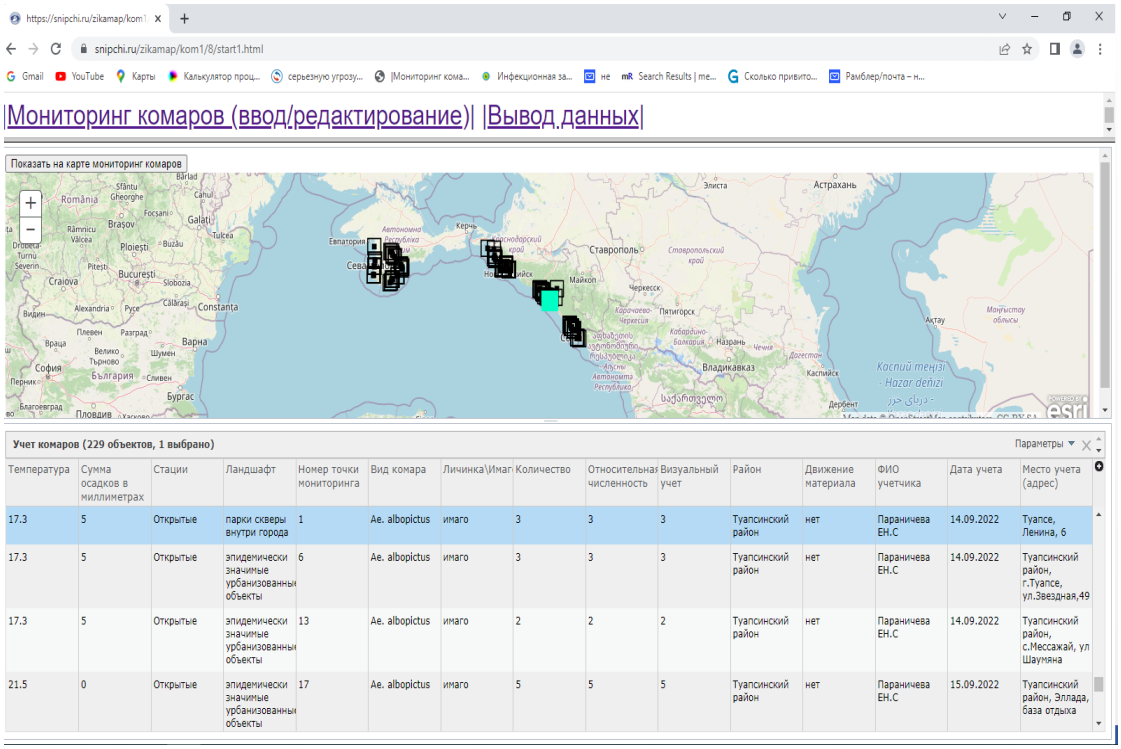


Рисунок 141 – Интерфейс страницы вкладки «Мониторинг комаров (ввод/редактирование)» интернет-ресурса «ZikaMap»

Вкладка «Вывод данных» служит для проведения анализа результатов мониторинга комаров и случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками. Состоит из карты со всеми ранее нанесёнными точками (с

возможностью масштабирования) и пополняемой базы данных (с предусмотренным экспортом в файл Microsoft Excel).

При наведении курсора мыши на точку карты в таблице базы данных подсвечивается соответствующая строка с информацией (рисунок 142).



Температура	Сумма осадков в миллиметрах	Стации	Ландшафт	Номер точки мониторинга	Вид комара	Личинка\Имаго	Количество	Относительная численность	Визуальный учет	Район	Движение материала	ФИО учетчика	Дата учета	Место учета (адрес)
17.3	5	Открытые	парки скверы внутри города	1	Ae. albopictus	имаго	3	3	3	Туапсинский район	нет	Параничева ЕН.С	14.09.2022	Туапсе, Ленина, 6
17.3	5	Открытые	эпидемически значимые урбанизованны объекты	6	Ae. albopictus	имаго	3	3	3	Туапсинский район	нет	Параничева ЕН.С	14.09.2022	Туапсинский район, г.Туапсе, ул.Звездная,49
17.3	5	Открытые	эпидемически значимые урбанизованны объекты	13	Ae. albopictus	имаго	2	2	2	Туапсинский район	нет	Параничева ЕН.С	14.09.2022	Туапсинский район, с.Мессажай, ул Шаумяна
21.5	0	Открытые	эпидемически значимые урбанизованны объекты	17	Ae. albopictus	имаго	5	5	5	Туапсинский район	нет	Параничева ЕН.С	15.09.2022	Туапсинский район, Эллада, база отдыха

Рисунок 142 – Отображение информации на вкладке «Вывод данных» интернет-ресурса «ZikaMap»

Работа с интернет-ресурсом состоит из нескольких этапов, первый из них – ввод данных в учётные формы «Карточки мониторинга комаров» (Рисунок 143).

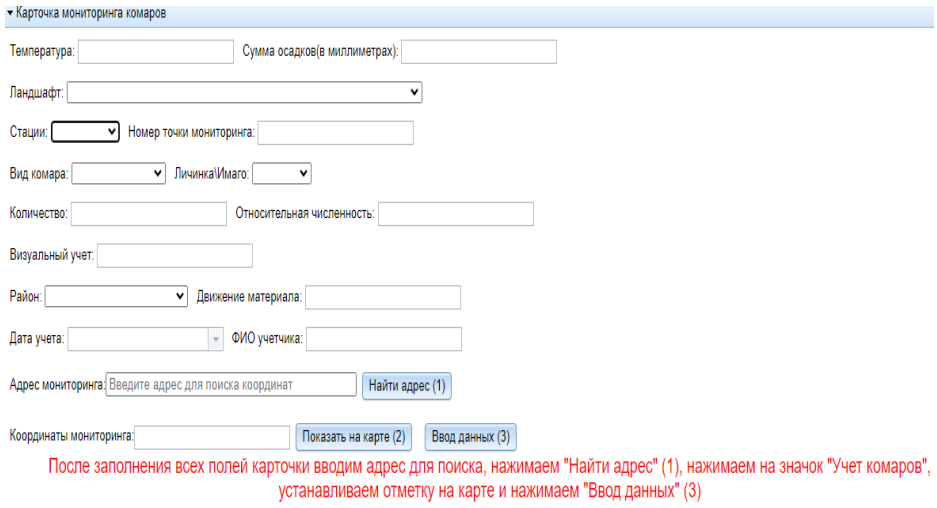


Рисунок 143 – Карточка мониторинга комаров интернет-ресурса «ZikaMap»

Так, для каждой стационарной точки мониторинга вносится информация:

– по виду комаров, стадии их развития, количеству отловленных особей, показателям их относительной численности и визуального учёта (ловушко/час);

– по типу стации и ландшафта территории, где было выполнено обследование;

– по дате, району, адресу, и географическим координатам места проведения мониторинга;

– по движению полевого материала;

– по значениям климатических факторов (температуры воздуха и суммы осадков) на момент мониторинга.

Внесение сведений выполняется специалистами-энтомологами учреждений Роспотребнадзора Причерноморского региона юга России, проводящими мониторинг комаров рода *Aedes*:

– ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора и его филиала в г. Сочи (до переподчинения в 2023 г. сотрудниками Сочинского противочумного отделения ФКУЗ «Причерноморская противочумная станция» Роспотребнадзора);

– ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» и его филиалов (Красноармейского, Новороссийского, Туапсинского и Сочинского);

– ФКУЗ «Причерноморская противочумная станция» Роспотребнадзора;

– ФГКУЗ «Противочумная станция Республики Крым» Роспотребнадзора;

– ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе».

Также в учётные формы интернет-ресурса «ZikaMap» вносится обезличенная информация о случаях заболевания тропическими арбовирусными лихорадками в Причерноморском регионе (рисунок 144). А также предусмотрена возможность ввода положительных результатов лабораторных исследований комаров на наличие арбовирусов (до настоящего времени не отмечались).

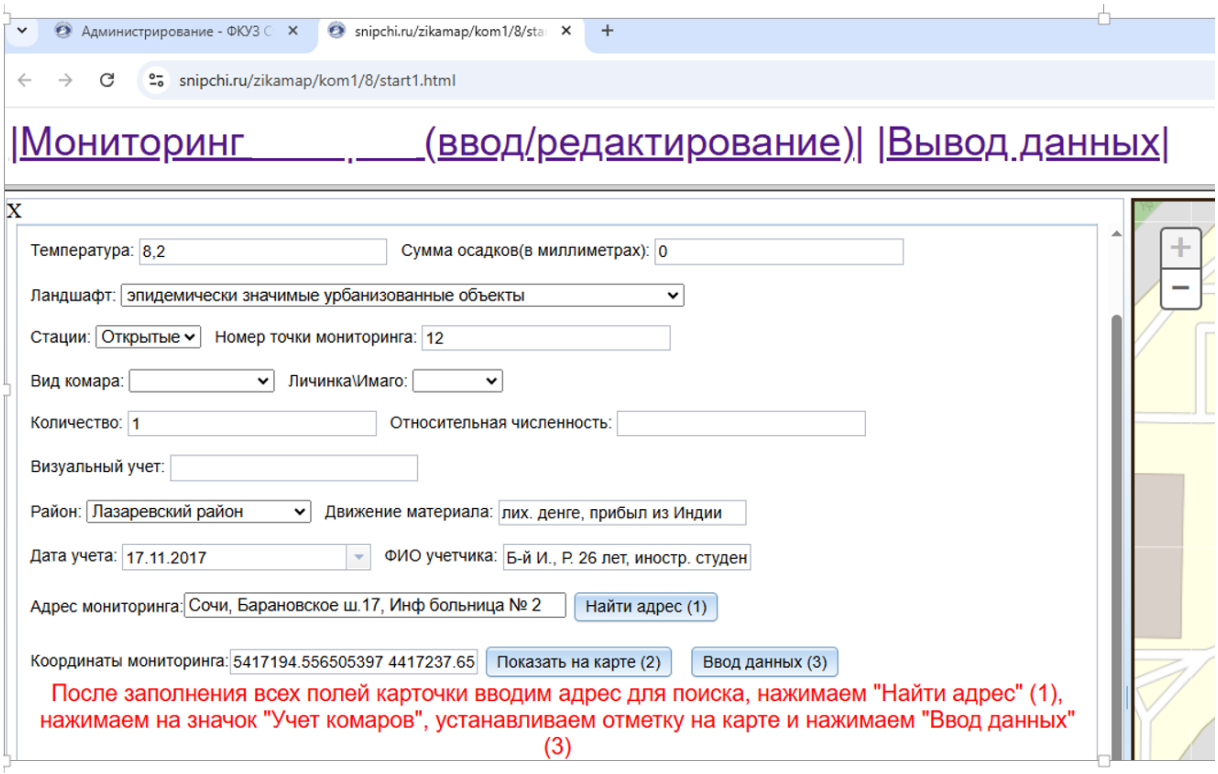


Рисунок 144 – Внесение информации о случаях заболевания лихорадкой денге (другими тропическими арбовирусными лихорадками) в карточки мониторинга интернет-ресурса «ZikaMap»

Для ввода информации предусмотрен онлайн-режим. При этом задействованные сотрудники могут вносить сведения как со своих рабочих мест, так и непосредственно в полевых условиях при проведении энтомологического обследования, используя мобильные устройства (при наличии устойчивого интернет-соединения).

Внесение данных происходит последовательно по предлагаемым полям вручную пользователем путём ввода или выбора информации из выпадающего списка. Также производится проверка – заполнено ли обязательное поле. После заполнения всех предлагаемых полей в графу «Адрес мониторинга» записывается название города и адрес, после чего следует нажать кнопку «Найти адрес».

Затем пользователь нажимает на кнопку «Учёт комаров» и ставит точку в нужном месте. Для сохранения точки следует нажать на кнопку «Ввод данных» – появится диалоговое окно с надписью «Данные сохранены» (рисунок 145).

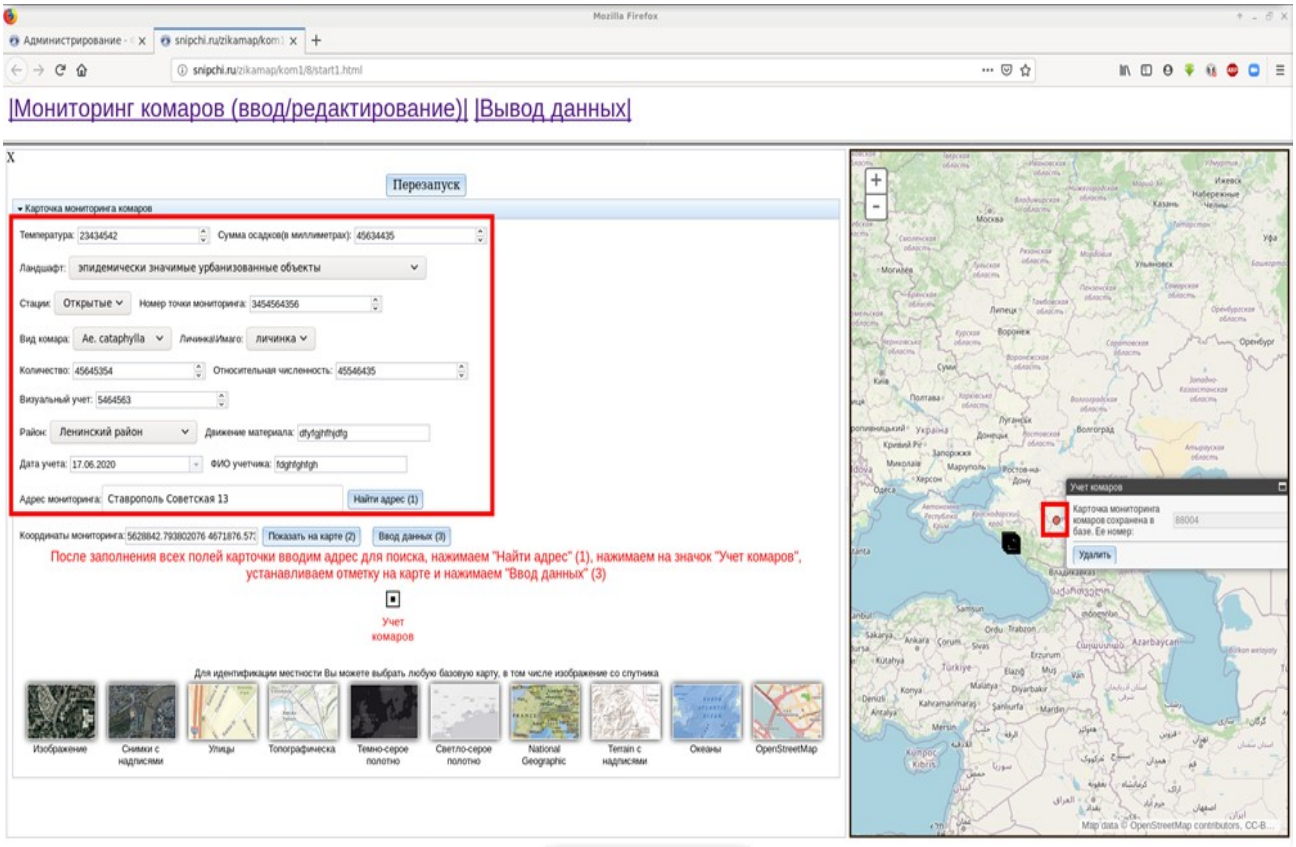


Рисунок 145 – Выполнение действия «Ввод данных» на вкладке «Мониторинг комаров (ввод/редактирование)» интернет-ресурса «ZikaMap»

Активация режима редактирования данных возможна при нажатии на соответствующую точку карты, после чего ранее внесённая информация может быть изменена. Для сохранения изменений следует вновь нажать на кнопку «Ввод данных» (с появлением диалогового окна с надписью «Данные сохранены»).

Для удаления точки и всех внесённых по ней данных необходимо последовательно нажать на точку и на кнопку «Удалить». Вся информация будет удалена также из базы данных, без возможности отмены действия (рисунок 146).

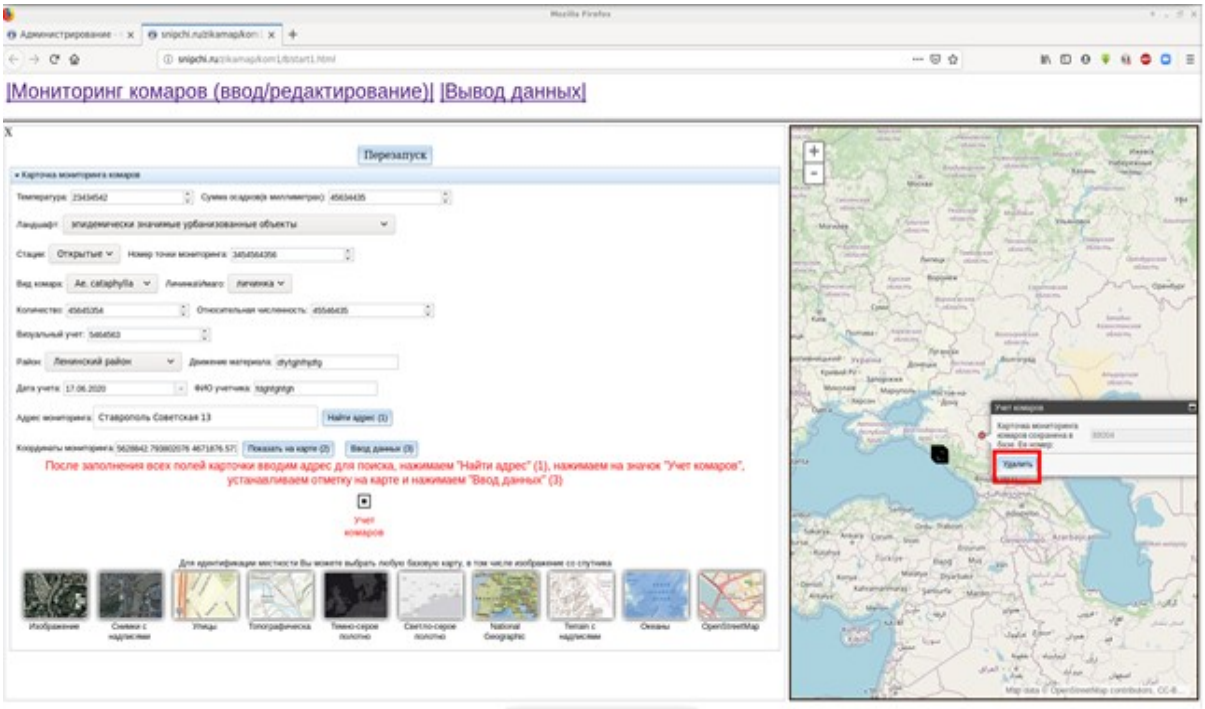


Рисунок 146 – Выполнение действия «Удаление данных» на вкладке «Мониторинг комаров (ввод/редактирование)» интернет-ресурса «ZikaMap»

Одновременный независимый доступ к ресурсу всех специалистов учреждений Роспотребнадзора осуществляется через соответствующие вкладки (после ввода индивидуального пароля), что обеспечивает как синхронизацию и оперативность процессов внесения и анализа данных, так и возможность сплошной или выборочной их оценки по отдельным субъектам в дальнейшем.

Внесение информации в учётные формы и её анализ проводятся с конца апреля-начала мая (когда среднесуточная температура воздуха поднимается выше +15°С, что является необходимым условием для появления *Ae. albopictus*). Завершается заполнение интернет-ресурса в конце октября-второй декаде ноября (пока температурные показатели не достигнут отметки +10°С и ниже, при которых прекращается активность комаров).

В ежедневном режиме энтомологический мониторинг осуществлялся в 2016 г. и в период проведения крупных международных спортивных соревнований в г. Сочи (Кубка конфедераций в 2017 г. и Чемпионата мира по футболу FIFA в 2018 г.), что было обусловлено высоким риском возникновения завозных случаев лихорадок денге, Зика и чикунгунья. На протяжении остального времени данная деятельность выполнялась на еженедельной основе.

Второй этап состоит в проведении картографического анализа (обеспечивая своевременную передачу сведений о случаях обнаружения *Ae. albopictus* на территории ЭЗО и случаев заболевания лихорадкой денге для последующего немедленного выполнения локальных дезинсекционных обработок) для изучения численности и тенденций изменения ареала комаров рода *Aedes* на Черноморском побережье страны в режиме реального времени. Оценка ситуации по распространению и численности комаров проводится с участием специалистов ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора.

Географическая привязка данных и масштабируемость карты, в свою очередь, обеспечивают высокую точность визуализации (до номера дома или строения) мест выплода комаров (обнаружения личинок) для последующего экстренного проведения при необходимости локальных обработок (рисунок 147).



Рисунок 147 – Высокая точность визуализации данных на карте интернет-ресурса «ZikaMap»

Вместе с тем, архитектура интернет-ресурса гибкая и предусматривает возможность внесения аналогичных данных при необходимости наблюдения за другими комарами, помимо рода *Aedes (Anopheles, Culex*).

8.2. Результаты применения «ZikaMap» для анализа численности и распространения комаров-переносчиков арбовирусов на территории Причерноморского региона юга России в режиме реального времени

Анализ мониторинга комаров рода *Aedes* в режиме реального времени на основе применения интернет-ресурса «ZikaMap» ежегодно проводился в течение исследуемого периода в соответствии с планами-графиками энтомологического обследования территории субъектов Черноморского побережья Краснодарского края и Республики Крым.

Для оценки динамики численности и распространения комаров было выполнено обследование стационарных точек объектов (с последующим внесением информации в учётные формы «ZikaMap»), расположенных в различных биотопах:

- городских кладбищах;
- лесопарковых зонах;
- территории ЭЗО;
- внутригородских парков;
- поймах рек и ливневой канализации;
- частной малоэтажной застройке.

Согласно результатам анализа мониторинга комаров, появления *Ae. aegypti* в период с 2016 по 2023 г. на территории Причерноморского региона юга России не отмечалось.

Данные проведенного анализа также свидетельствуют, что вылет комаров начинался при достижении среднесуточной температуры воздуха выше +16°С с первой декады мая–второй декады июня (таблица 107).

Наиболее раннее появление *Ae. albopictus* – 2 мая было зарегистрировано в 2018 г. (в г. Сочи) и в 2019 г. (в городском округе (г.о.) Новороссийск).

Таблица 107 – Даты регистрации первых особей *Ae. albopictus* в стационарных точках городских и муниципальных округов-курортов Краснодарского края в 2016–2023 гг. (по данным интернет-ресурса «ZikaMap»)

№ п/п	Субъект	Годы							
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1.	Новороссийск	18 июня	31 мая	7 мая	2 мая	09 июня	4 мая	7 июня	12 мая
2.	Анапа	*	*	06 июня	11 июня	15 июля	5 июня	31 мая	18 июня
3.	Туапсе	*	05 июля	06 июня	10 июня	19 июня	15 июня	23 июня	14 июня
4.	Сочи	20 мая	22 мая	2 мая	16 мая	13 мая	09 июня	02 июня	15 мая

*– комары *Ae. albopictus* не были отловлены

Самое позднее появление первых особей (с 31 мая в муниципальном округе (м.о.) Анапа) отмечалось в 2022 г. Это было обусловлено необычно продолжительным сроком метеорологической весны (среднесуточные значения температуры воздуха не превышали +15°С, что было недостаточно для вылета *Ae. albopictus*). В то же время в течение всего исследуемого периода последние особи комаров регистрировались до конца второй–начала третьей декады октября (пока температурные показатели сохранялись выше +10°С).

Всего на территории городских и муниципальных округов-курортов Краснодарского края с 2016 по 2023 г. было отловлено 30 045 имаго *Ae. albopictus*. Данные представлены в таблице 108.

В г.о. Сочи и г.о Новороссийск комары этого вида регистрировались с начала периода исследования. Наибольшее количество *Ae. albopictus* было отловлено в Центральном внутригородском районе г.о. Сочи – 52,7 и 40,2 % от общего их числа на территории данного субъекта и Черноморского побережья Краснодарского края в целом соответственно. Появление *Ae. albopictus* в Туапсинском муниципальном районе выявлено в 2017 г. В м.о. Анапа комары этого вида регистрируются с 2018 г.

Таблица 108 – Результаты мониторинга *Ae. albopictus* в городских округах-курортах Краснодарского края (отловлено экз.) с 2016 по 2023 г. (по данным интернет-ресурса «ZikaMap»)

№ п/п	Субъект	Годы								
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Всего
1.	Сочи (внутригородские районы)									
	Адлерский	410	672	1534	1140	10	1114	141	230	**5251**
	Лазаревский	156	313	550	398	47	47	169	179	**1859**
	Хостинский	477	597	1678	413	104	42	213	194	**3718**
	Центральный	479	1404	2798	2477	1707	227	1203	1778	**12073**
Всего по г.о. Сочи		**1522**	**2986**	**6560**	**4428**	**1868**	**1430**	**1726**	**2381**	**22901**
2.	Новороссийск	57	269	1925	246	862	1157	791	54	**5361**
3.	Анапа	0	0	2	19	37	44	8	25	**135**
4.	Туапсинский район	0	37	166	245	589	280	136	195	**1648**
	Всего по субъектам	**1579**	**3292**	**8653**	**4938**	**3356**	**2911**	**2661**	**2655**	**30045**

Самая высокая численность *Ae. albopictus* (ловушко-час) в 2016–2023 гг. также регистрировалась на территории г.о. Сочи, особенно в Центральном районе (113,3 ± 3,4). Значения для Адлерского района составили 24,4 ± 3,9, для Лазаревского и Хостинского 15,7 ± 2,7 и 20,1 ± 4,5 соответственно. Самая высокая величина этого показателя во всех внутригородских районах отмечалась в 2018 г. (данные представлены на рисунке 148). Однако в динамике наблюдается тенденция к снижению численности *Ae. albopictus*, что соответствует уравнениям регрессии:

- в Адлерском районе: $y = -1{,}912x + 33{,}029$ ($R^2 = 0{,}180$), $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,015 и -0,33 соответственно;

- в Лазаревском районе: $y = -1{,}924x + 24{,}332$ ($R^2 = 0{,}386$), $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,030 и -0,5 соответственно;

- в Хостинском районе: $y = -2{,}695x + 32{,}104$ ($R^2 = 0{,}267$), $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,010 и -0,17 соответственно;

- в Центральном районе: $y = -2{,}182x + 123{,}107$ ($R^2 = 0{,}301$), $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,025 и -2,87.

Число ежегодно обследуемых стационарных точек мониторинга в г.о. Сочи с 2016 по 2023 г. не уменьшалось, поэтому наблюдаемое снижение численности *Ae. albopictus*, вероятнее всего, было обусловлено своевременностью и эффективностью проводимых инсектицидных и ларвицидных обработок.

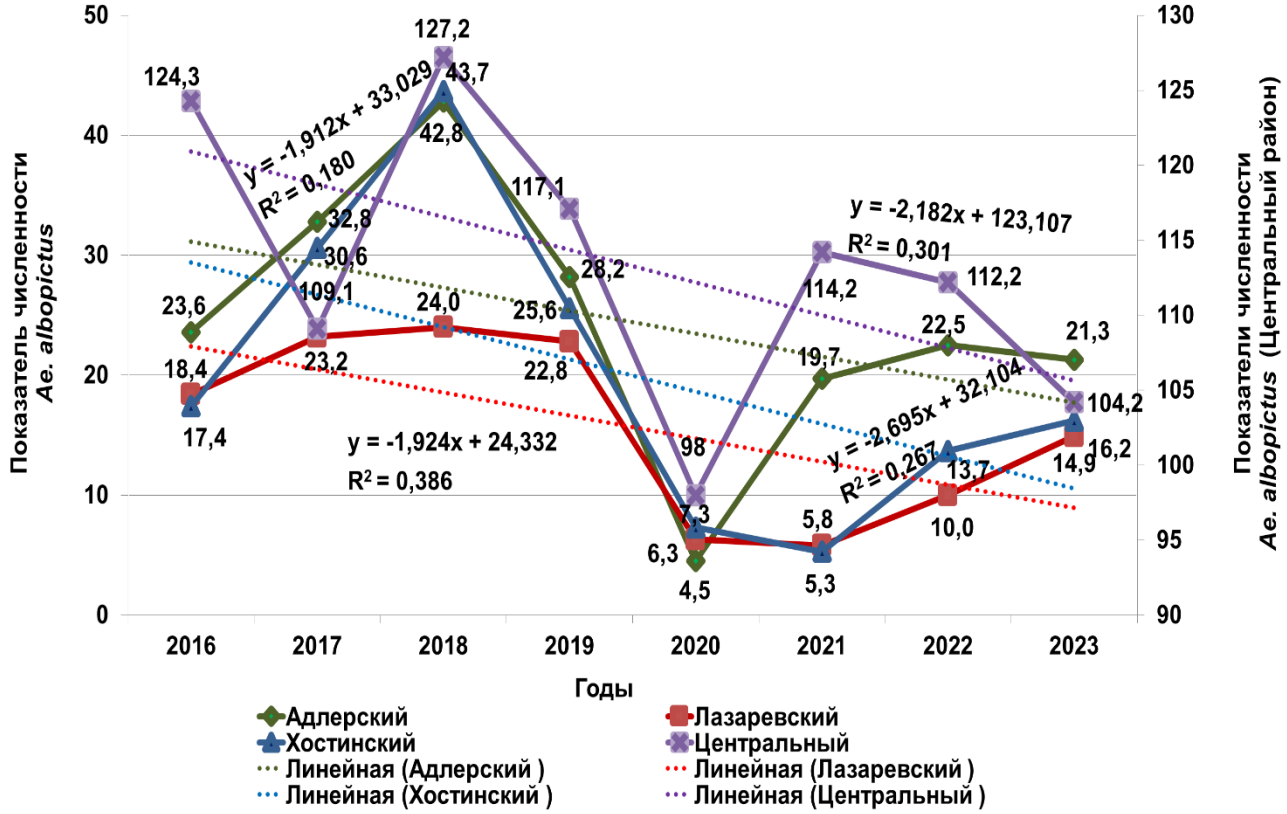


Рисунок 148 – Динамика численности *Ae. albopictus* (ловушко-час) на территории внутригородских районов г.о. Сочи с 2016 по 2023 г. (по данным интернет-ресурса «ZikaMap»)

В то же время на территории городских и муниципальных округов-курортов северо-западной части Черноморского побережья Краснодарского края значения численности *Ae. albopictus* сохранялись на невысоком уровне, составив 1,1 ± 0,3 для г.о Новороссийск, 1,7 ± 0,6 для м.о. Анапа и 3,4 ± 0,8 для Туапсинского муниципального района. Данные представлены на рисунке 149.

В 2016–2023 гг. основные места размножения и лёта *Ae. albopictus* были сосредоточены на городских кладбищах (отловлено 67,8 % от общего числа), а также в лесопарковых зонах (31,5 %), расположенных за пределами населенных пунктов. Доля комаров, пойманных на территории ЭЗО, составила 0,7 %.

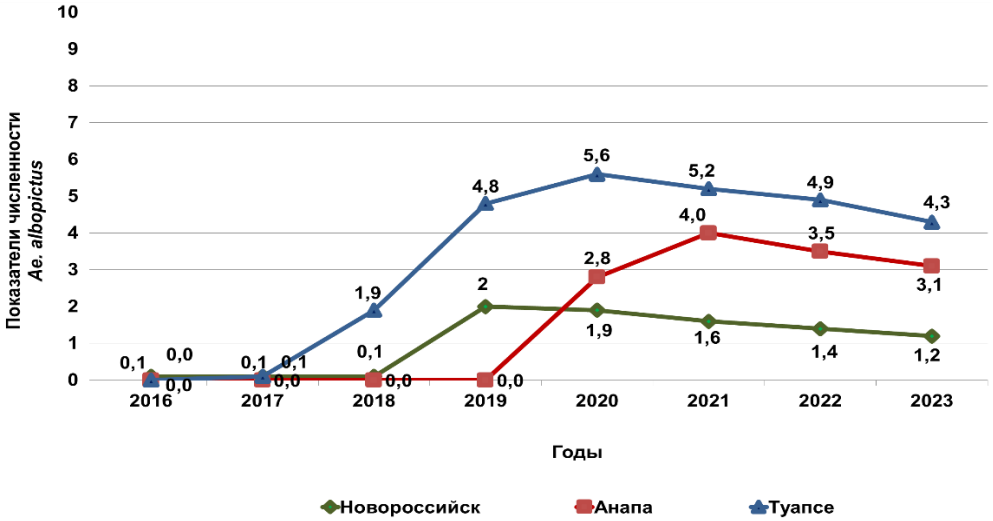


Рисунок 149 – Динамика численности *Ae. albopictus* с 2014 по 2023 г. (ловушко-час) на территории городских и муниципальных округов-курортов северо-западной части Черноморского побережья Краснодарского края с 2016 по 2023 г. (по данным интернет-ресурса «ZikaMap»)

Согласно результатам картографического анализа мониторинга *Ae. albopictus* с использованием «ZikaMap», в 2016–2022 гг. наблюдалось ежегодное расширение их ареала вдоль Черноморского побережья Краснодарского края. Данные представлены на рисунке 150.

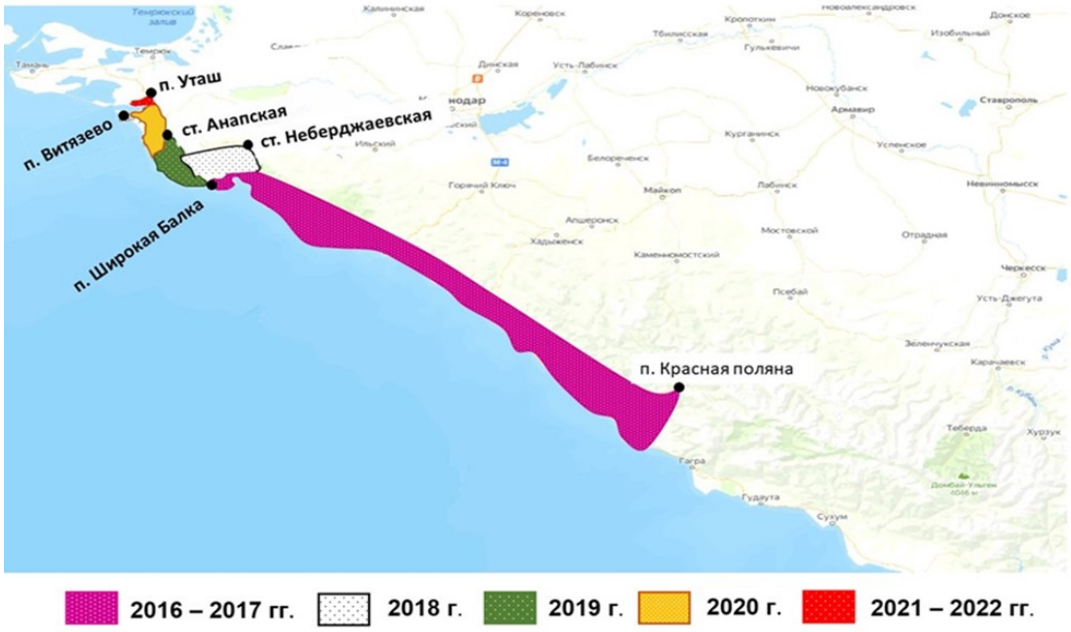


Рисунок 150 – Динамика изменения ареала *Ae. albopictus* на территории Черноморского побережья Краснодарского края (2016–2022 гг.)

Так, за шесть лет (с 2016 по 2022 г.) протяженность северной границы ареала увеличилась на 122 км, а западной – на 83 км. Границы распространения *Ae. albopictus* в 2023-2024 гг. соответствовали 2022 г. (таблица 109).

Таблица 109 – Изменение границ ареала *Ae. albopictus* на территории Черноморского побережья Краснодарского края с 2016 по 2024 г.

Годы	Направление расширения ареала	Площадь изменения ареала (км)	Крайняя точка	Координаты
2016-2017	на севере	–	п. Красная поляна Адлерского района г. Сочи	43°40′ с. ш. 40°12′ в. д.
	на западе	–	п. Широкая балка г. Новороссийска	44°39′ с. ш. 37°42′ в. д.
2018	в северном направлении	122	ст. Неберджаевская Крымского района	44°50′ с. ш. 37°54′ в. д.
2019	в западном направлении	59	ст. Анапская Анапского района	44°54′ с. ш. 37°22′ в. д.
2020	в западном направлении	12	п. Витязево Анапского района	45°00' с. ш. 37°17' в. д.
2021-2022	в западном направлении	12	п. Уташ Анапского района	45°05′ с. ш. 37°18′ в. д.
2023-2024	соответствует границам 2022 г.			

Распространение *Ae. albopictus* на территории Крымского полуострова отмечается с 2019 г., когда были отловлены первые особи в г. Ялте. С 2019 г. комары этого вида регистрируются в г.о. Алушта. В 2022 г. пять особей были отловлены в г. Алупке. В 2023 г. *Ae. albopictus* были обнаружены в г.о. Феодосия и г. Севастополе.

Всего с 2016 по 2023 г. было отловлено 493 имаго комаров этого вида (из них 75,1 % в г. Ялте). При этом, на городских кладбищах было обнаружено 92,3 % от общего числа *Ae. albopictus*, в лесопарковых зонах – 7,7 %. На территории ЭЗО (в радиусе 500 м от них) случаев появления комаров этого вида не отмечалось. Данные представлены в таблице 110.

Таким образом, на территории Республики Крым (с использованием «ZikaMap») также выявлено расширение ареала *Ae. albopictus* на 114 км в северо-восточном и на 87 км в юго-западных направлениях (суммарно на 201 км). Данные представлены на рисунке 151 и в таблице 111.

Таблица 110 – Результаты мониторинга *Ae. albopictus* в субъектах Крымского полуострова с 2016 по 2023 г. (отловлено экз.)

№ п/п	Субъект	Годы								Всего
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1.	Ялта	0	0	0	2	21	47	64	236	**370**
2.	Алушта	0	0	0	0	4	19	12	4	**39**
3.	Алупка	0	0	0	0	0	0	5	0	**5**
4.	Феодосия	0	0	0	0	0	0	0	30	**30**
5.	Севастополь	0	0	0	0	0	0	0	49	**49**
Всего		**0**	**0**	**0**	**2**	**25**	**66**	**81**	**319**	**493**



Рисунок 151 – Динамика изменения ареала *Ae. albopictus* на территории Черноморского побережья Крымского полуострова (2019–2023 гг.)

Границы распространения *Ae. albopictus* в 2024 г. соответствовали 2023 г.

Таблица 111 – Изменение границ ареала *Ae. albopictus* на территории Черноморского побережья Республики Крым с 2019 по 2024 г.

Годы	Направление расширения ареала	Площадь изменения ареала (км)	Крайняя точка	Координаты
2019-2020	на севере	–	Ялта	44°29′ с. ш. 34°09′ в. д.
2021	в северо-восточном направлении	28	Алушта	44°40′ с. ш. 34°23′ в. д.
2022	в юго-западном направлении	40	Алупка	44°25' с. ш. 34°02' в. д.
2023	в юго-западном направлении	47	Севастополь	45°02' с. ш. 35°22' в. д
	в северо-восточном направлении	86	Феодосия	44°36′ с. ш. 33°32′ в. д
2024	соответствует границам 2023 г.			

Таким образом, результаты проведённого анализа данных на основе использования интернет-ресурса «ZikaMap» свидетельствуют о снижении показателей численности *Ae. albopictus* на территории Черноморского побережья Краснодарского края с 2020 г., обусловленном, вероятнее всего, своевременностью и эффективностью проведения инсектицидных и ларвицидных обработок. Вместе с тем, установлено расширение ареала комаров этого вида на территории Черноморского побережья Краснодарского края в 2016–2022 гг. и на территории Крымского полуострова в 2019–2023 гг.

8.3. Применение «ZikaMap» для оперативной работы по предупреждению возможного осложнения эпидемиологической ситуации по арбовирусным лихорадкам в Причерноморском регионе юга России

Активное распространение комаров-переносчиков возбудителей арбовирусных лихорадок на Черноморском побережье юга России, в сочетании с благоприятными для репликации арбовирусов климатическими условиями связано с риском возникновения случаев аутохтонного инфицирования населения при появлении прибывших из других стран больных этими тропическими ПОИ. С 2016 по 2023 г. было зарегистрировано девять завозных случаев лихорадки денге в субъектах Причерноморского региона (из них восемь – в Краснодарском крае и один – в г. Севастополе), но все они отмечались в холодные сезоны года (вне периода активной жизнедеятельности *Ae. albopictus*). Положительных результатов исследований пулов комаров на наличие арбовирусов в данный период также не было получено. Однако сохраняется постоянная угроза завоза источников возбудителей арбовирусных лихорадок в теплый сезон, связанная с наличием на Черноморском побережье Краснодарского края и Республики Крым международных аэропортов и морских портов, а также оздоровительных баз образовательных учреждений с обучением иностранных студентов и прибытием трудовых мигрантов для сезонного трудоустройства из эндемичных по этим инфекционным болезням стран Африки и Юго-Восточной Азии (ранее подробно рассмотрено в разделе 3.2 Главы 3). Однако наибольший риск появления множественных завозных (и в дальнейшем – аутохтонных) случаев тропических арбовирусных инфекционных заболеваний возникает во время проведения широкомасштабных массовых мероприятий с международным участием.

В связи с этим, при проведении мониторинга на основе «ZikaMap» особое внимание уделяется выполнению энтомологического обследования ЭЗО и территории биотопов, расположенных в радиусе 500 м (зона разлёта *Ae. albopictus*) от них, с целью оперативного контроля за обнаружением комаров-переносчиков арбовирусов. Кроме того, в учётные формы интернет-ресурса «ZikaMap» оперативно вносится информация о выявляемых в Причерноморском регионе

случаях заболевания лихорадкой денге. А также предусмотрена возможность ввода положительных результатов лабораторных исследований комаров на наличие арбовирусов.

В категорию ЭЗО были отнесены организации и учреждения с наибольшей вероятностью регистрации завозного случая арбовирусной инфекции или обращения такого больного за медицинской помощью:

- аэропорты;
- морские порты;
- ЛПО;
- крупные гостиничные комплексы.

По данным «ZikaMap» всего с 2017 г. на ЭЗО (или в радиусе 500 м от них), расположенных на Черноморском побережье Краснодарского края, было отловлено 211 особей *Ae. albopictus.* В морских городах-курортах Крымского полуострова на территории ЭЗО комаров этого вида не было обнаружено. Динамика появления *Ae. albopictus* на ЭЗО характеризовалась тенденцией к снижению что соответствует уравнению линейного тренда y = -8,179x + 62,857 (R^2 = 0,383), $T_{ср}$ убыли и средняя абсолютная убыль составили -0,215 и -11,5. Данные представлены на рисунке 152.

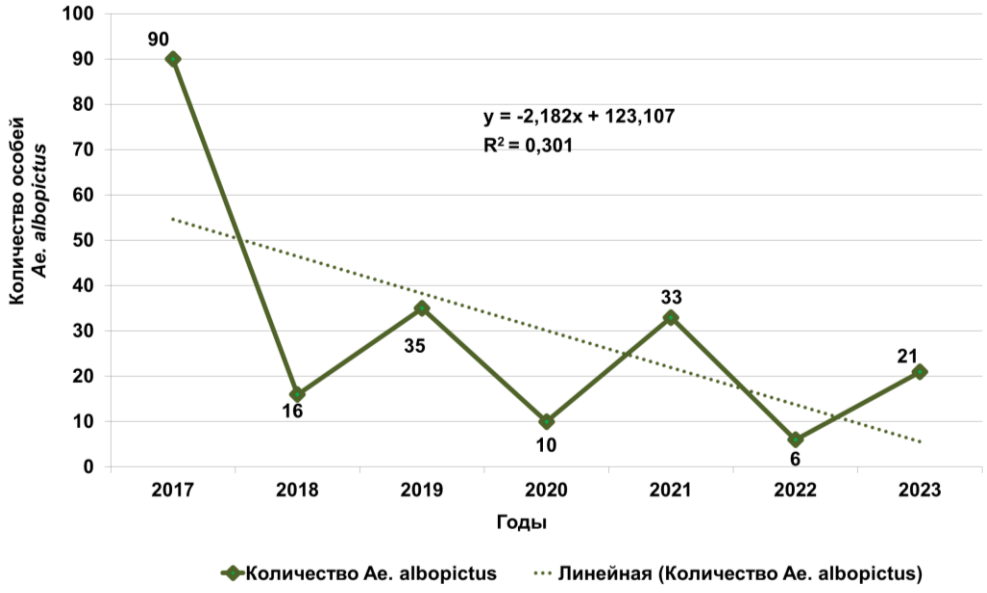


Рисунок 152 – Обнаружение *Ae. albopictus* (экз.) на ЭЗО в субъектах Черноморского побережья Краснодарского края (2017–2023 гг.)

Каждый случай обнаружения *Ae. albopictus* на ЭЗО в режиме реального времени вносился в базу данных «ZikaMap» и отображался на карте. Кроме того, масштабируемость изображения позволяла также определять ЭЗО, расположенные в радиусе разлёта *Ae. albopictus*, при обнаружении комаров в различных биотопах (рисунок 153).

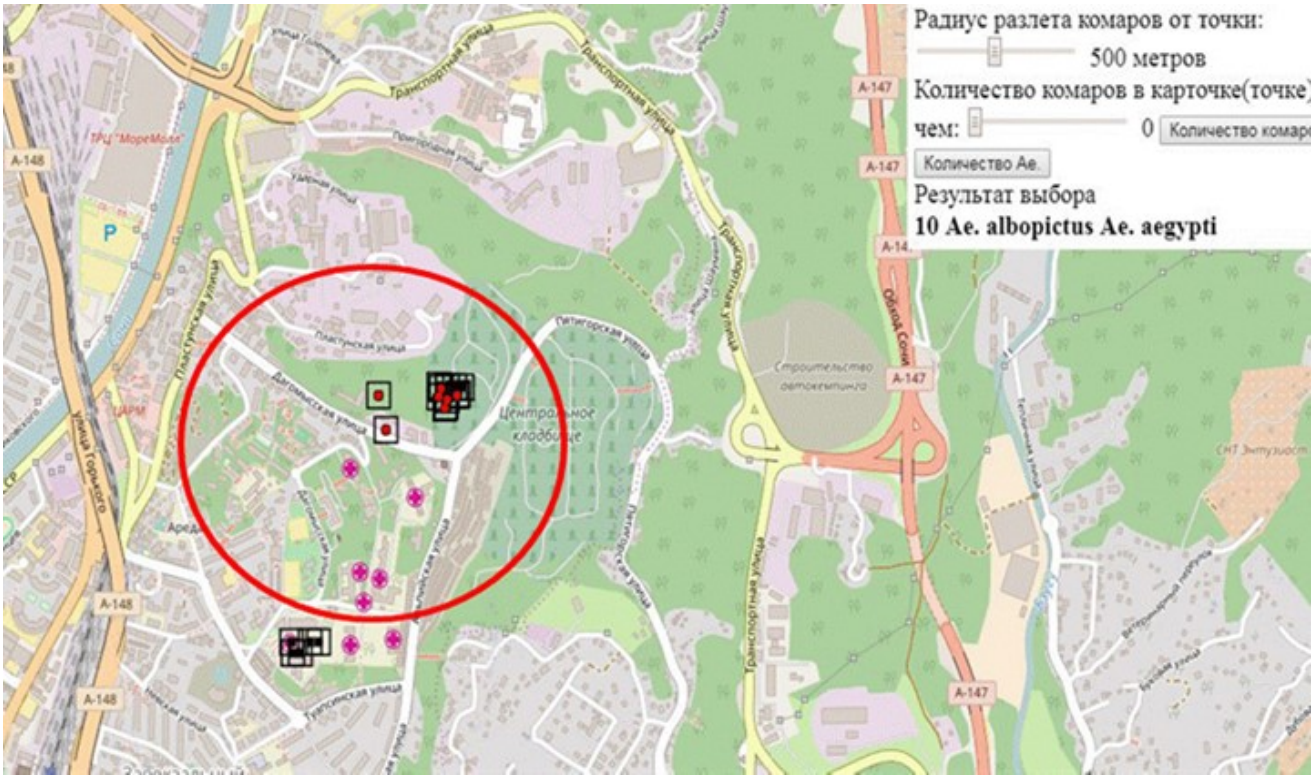


Рисунок 153 – Обнаружение *Ae. albopictus* на территории, расположенной в зоне их разлёта от ЭЗО в 2017 г. (участок кладбища Центрального района г. Сочи – на расстоянии 500 м находятся больничный городок, детская больница и родильный дом)

Согласно данным «ZikaMap», наибольшее количество (49,8 %) *Ae. albopictus* было поймано на ЭЗО г.о. Сочи (с 2020 г. не отмечались). В то же время единичные особи комаров (до 10 экз.) с 2018 г. ежегодно регистрируются на территории ЭЗО Туапсинского муниципального района (6,2 % от общего числа отловленных в этом субъекте). По 2 особи *Ae. albopictus* было обнаружено на ЭЗО г.о. Новороссийск (2019 г.) и м.о. Анапа (2021 г.). Данные представлены в таблице 112.

Таблица 112 – Регистрация *Ae. albopictus* на территории ЭЗО и в радиусе 500 м от них в городских и муниципальных округах-курортах Краснодарского края (отловлено экз.) с 2017 по 2023 г. (по данным интернет-ресурса «ZikaMap»)

№ п/п	Наименование ЭЗО	Годы							**Всего**
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Сочи									
1	Участок кладбища Центрального района (расположен в 500 м от больничного городка, детской больницы и родильного дома)	90	–	–	–	–	–	–	**90**
2	Международный аэропорт	–	3	12	–	–	–	–	**15**
Туапсе									
1	Туапсинская районная больница № 1	–	3	9	10	6	–	5	**33**
2	Туапсинская районная больница № 2	–	–	3	–	5	–	3	**11**
3	Туапсинская районная больница № 3	–	–	6	–	–	–	6	**12**
4	Туапсинская районная больница № 4	–	–	–	–	8	5	–	**13**
5	Центр отдыха и здоровья спортлагеря «Политехник» Кубанского государственного технологического университета	–	10	3	–	7	1	–	**21**
6	Спортивно-оздоровительный лагерь «Сеченовец» Первого Московского Государственного Медицинского Университета имени И. М. Сеченова	–	–	–	–	5	–	7	**12**
Новороссийск									
1	Городская поликлиника № 5	–	–	2	–	–	–	–	**2**
Анапа									
1	Дом отдыха «Пограничник России»	–	–	–	–	2	–	–	**2**
Всего		**90**	**16**	**35**	**10**	**33**	**6**	**21**	**211**

* – комары *Ae. albopictus* не были обнаружены

Также в режиме реального времени вносились в базу данных «ZikaMap» и отображались на карте сведения о каждом из девяти выявленных в субъектах Причерноморского региона завозных случаев заболевания лихорадкой денге (рисунок 154).

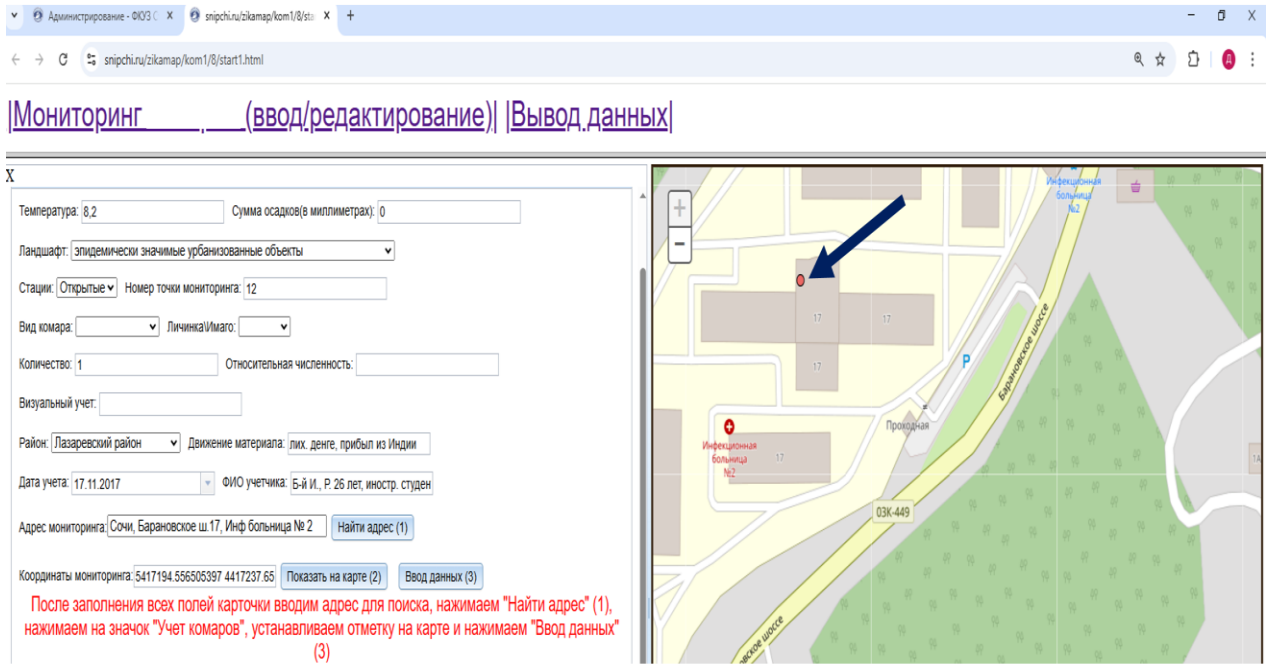


Рисунок 154 – Внесение в базу данных и отображение информации о выявленном завозном случае лихорадки денге в г.о. Сочи на карте интернет-ресурса «ZikaMap»

Результаты картографического анализа в режиме реального времени в дальнейшем служили основой для оперативного принятия управленческих решений для предотвращения возможного осложнения эпидемиологической ситуации по арбовирусным инфекциям. Так, подробная информация из базы данных «ZikaMap» о каждом случае отлова *Ae. albopictus* на территории ЭЗО (выявления больного лихорадкой денге) немедленно передавалась в учреждения Роспотребнадзора Краснодарского края и Республики Крым. После чего на территории ЭЗО экстренно проводились локальные дезинсекционные обработки с последующим обязательным постобработочным контролем для оценки их эффективности (рисунок 155).



Рисунок 155 – Схема применения «ZikaMap» для оперативной работы по предупреждению возможного осложнения эпидемиологической ситуации по тропическим арбовирусным лихорадкам в Причерноморском регионе юга России

Также в ряде случаев были даны рекомендации по санитарному благоустройству территории ЭЗО для недопущения повторного появления комаров (ликвидация искусственных водоёмов со стоячей водой, емкостей для её хранения, канав – потенциальных мест выплода *Ae. albopictus,* проведение дренажных работ и т.д.). Кроме того, сведения о выявлении комаров на ЭЗО, благодаря их хранению в базе данных «ZikaMap», оперативно учитывались при проведении энтомологического обследования в дальнейшем.

Таким образом, практическое применение разработанного интернет-ресурса «ZikaMap» обеспечивает мониторинг *Ae. albopictus* и случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками на территории Черноморского побережья юга России в режиме реального времени. Интернет-ресурс расположен на сервере Ставропольского противочумного института Роспотребнадзора и функционирует в режиме реального времени, что обеспечивает оперативность внесения унифицированных сведений и их централизованное безопасное хранение. Эксплуатация программно-аппаратного комплекса характеризуется простотой и

минимальными системными требованиями. Ввод данных задействованными сотрудниками учреждениями Роспотребнадзора осуществляется в онлайн-режим с их рабочих мест, так и непосредственно в полевых условиях (при наличии устойчивого интернет-соединения). Полученные результаты анализа данных мониторинга *Ae. albopictus* в 2016–2023 гг. на территории Черноморского побережья Краснодарского края свидетельствуют о тенденции к снижению их численности во всех внутригородских районах г.о. Сочи и сохранении её невысокого уровня в течение всего периода исследования в г.о Новороссийске, м.о. Анапа и Туапсинском муниципальном районе. Основные места размножения и лёта комаров этого вида были сосредоточены на городских кладбищах и лесопарковых зонах за пределами населенных пунктов.

Распространение *Ae. albopictus* на территории Крымского полуострова отмечается с 2019 г. Всего за период исследования было отловлено 493 имаго комаров (92,3 % – на городских кладбищах, 7,7 % – в лесопарковых зонах).

Установлено, что ареал *Ae. albopictus* на территории Черноморского побережья Краснодарского края (2016–2022 г.) расширился на 122 км в северном и на 83 км в западном направлениях, на территории Республики Крым (2019–2023 гг.) – на 86 км в северо-восточном и на 47 км в юго-западном направлениях. Границы распространения комаров этого вида в Причерноморском регионе в 2024 г. соответствовали 2023 г.

Кроме того, согласно данным «ZikaMap» всего с 2017 г. на ЭЗО (или в радиусе 500 м от них), расположенных на Черноморском побережье Краснодарского края, было отловлено 211 особей *Ae. albopictus.* Также в течение периода исследования в Причерноморском регионе были зарегистрированы девять завозных случаев лихорадкой денге. Все заболевшие были выявлены в холодные сезоны года (вне периода активной жизнедеятельности комаров-переносчиков вируса денге), в связи с чем не представляли риск аутохтонного инфицирования населения. Однако сведения о каждом больном лихорадкой денге также немедленно вносились в базу данных «ZikaMap» и отображались на карте.

Сведения интернет-ресурса служили основой для оперативного принятия управленческих решений по проведению профилактических мероприятий. Информация о каждом случае обнаружения комаров *Ae. albopictus* на ЭЗО (выявления больного лихорадкой денге) немедленно передавалась в учреждения Роспотребнадзора Краснодарского края и Республики Крым. После чего на территории ЭЗО экстренно проводились локальные дезинсекционные обработки с последующим обязательным постобработочным контролем для оценки их эффективности.

Таким образом, разработанный интернет-ресурс «ZikaMap» обеспечивает решение следующих основных задач: проведение оперативного мониторинга *Ae. albopictus* и случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками для последующего немедленного выполнения локальных дезинсекционных обработок, оценка численности и распространения комаров рода *Aedes* в режиме реального времени и изучение изменения ареала *Ae. albopictus*.

ГЛАВА 9. ОПТИМИЗАЦИЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА ТРАНСМИССИВНЫМИ ПРИРОДНО-ОЧАГОВЫМИ ИНФЕКЦИОННЫМИ БОЛЕЗНЯМИ НА ЮГЕ РОССИИ

9.1. Оптимизация эпидемиологического надзора за клещевыми инфекциями с использованием «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей (на примере КГЛ и АПЛ)

Эпидемиологический надзор за трансмиссивными природно-очаговыми инфекционными болезнями, возбудители которых переносятся иксодовыми клещами, представляет собой информационно-аналитическую систему для систематического и непрерывного сбора, обработки, анализа и интерпретации эпидемиологических данных в целях рационализации управленческих решений и повышения эффективности мероприятий эпидемиологического контроля [24, 31, 172, 210].

Сохранение напряженной эпидемиологической ситуации по КГЛ и АПЛ на территории субъектов юга России в течение последних десяти лет свидетельствует о целесообразности оптимизации эпидемиологического надзора за этими эндемичными КИ для последующего научно-обоснованного планирования профилактических и противоэпидемических мероприятий. Успешному решению данной проблемы во многом способствует практическое использование результатов разработанных «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ. «Прогнозная» модель предназначена для составления краткосрочного количественного прогноза интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ и АПЛ ($^{0}/_{0000}$) по отдельным административным районам. «Уточняющая» модель разработана для проведения анализа эпидемиологической ситуации (учитывающего результаты прогнозирования и влияние факторов текущего года) также на уровне административно-территориальных единиц. Алгоритм комплексного применения моделей схематично представлен на рисунке 156.

Принцип совместного использования моделей для наглядности рассмотрен на примере Ставропольского края.



Рисунок 156 – Алгоритм комплексного применения «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ

Результаты публикуются в ежегодных информационно-аналитических письмах Роспотребнадзора, направляются в Управление Роспотребнадзора по Ставропольскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ставропольском крае», Министерство здравоохранения Ставропольского края, ФКУЗ «Астраханская ПЧС» Роспотребнадзора, используются в работе краевой межведомственной санитарно-противоэпидемической комиссии «О первоочередных задачах по подготовке к эпидсезону Крымской геморрагической лихорадки и других особо опасных инфекций на территории Ставропольского края». Данные учитываются при составлении плана профилактических (в том числе акарицидных), мониторинговых мероприятий, информационно-разъяснительной работы с населением, для обеспечения готовности медицинского персонала и оснащения ЛПО к оказанию своевременной помощи больным КГЛ.

Во время окончания эпидемического сезона проводятся расчёты на основе «Уточняющей» модели с использованием факторов текущего календарного года. Сравнение полученных значений с прогнозными и фактически зарегистрированными показателями заболеваемости проводится по каждому

административному району. Полученные данные используются при проведении ежегодного итогового анализа эпидемиологической ситуации за исследуемый год, оценке факторов текущего года, оказавших влияние на её формирование, и в дальнейшем учитываются при подготовке к следующему эпидемическому сезону по КГЛ (планировании объёмов эпизоотологического мониторинга, профилактических мероприятий, усиление подготовки медицинского персонала по вопросам клиники и диагностики КГЛ для раннего выявления больных и т.д.).

Эпидемиологический надзор за КГЛ и АПЛ на современном этапе включает три основных подсистемы: информационную, диагностическую и управленческую Применение результатов моделей способствует оптимизации каждой из подсистем эпидемиологического надзора за этими КИ.

Так, информационная подсистема обеспечивает полноценный сбор, обработку и систематизацию сведений. Работа этой подсистемы является чрезвычайно важной, определяя эффективность дальнейшего функционирования всей системы эпидемиологического надзора в целом. От полноты и точности исходных данных, оперативности их предоставления зависят не только результаты последующего анализа и прогноза заболеваемости, но и целесообразность, обоснованность принятия на их основе управленческих решений, применение обоснованного дифференцированного подхода к планированию и проведению профилактических мероприятий, а также объёмы их финансирования и материально-технических затрат.

В свою очередь выполнение расчётов моделей предусматривает предварительную подготовку исходных сведений в рамках этой подсистемы. Их перечень включает эпидемиологические, климатические данные, результаты эпизоотологического обследования, лабораторных исследований полевого материала на наличие возбудителей КИ и в дальнейшем может быть значительно расширен (подробно было представлено ранее в разделе 2.1 Главы 2). Получение значений факторов на постоянной основе проводится в процессе планового или оперативного эпизоотологического, эпидемиологического и других видов мониторинга. При этом, в процессе работы моделей регулярно актуализируется и

пополняется единая база числовых значений факторов, прямо или опосредованно определяющих интенсивность проявлений эпидемического процесса этих КИ (с учётом выраженности степени влияния), а также других систематизированных сведений, оптимизируя таким образом функционирование информационной подсистемы. Унификация применяемых для дальнейших расчётов данных значительно повышает эффективность поэтапной передачи информационных материалов «по вертикали» и «по горизонтали».

Диагностическая подсистема включает проведение эпидемиологического анализа (ретроспективного и оперативного), предэпидемической диагностики и эпидемиологического прогнозирования. Использование «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ непосредственно способствует оптимизации функционирования этой подсистемы. Так, на основе «Прогнозной» модели выполняется составление эпидемиологического прогноза заболеваемости КГЛ (для Ставропольского края и Астраханской области) и АПЛ (для Астраханской области) на предстоящий эпидемический сезон. «Уточняющие» модели обеспечивают проведение итогового анализа заболеваемости (путём сравнения их расчётных значений с результатами прогноза и фактически зарегистрированными показателями) и выявление (на основе математических вычислений) факторов текущего эпидемического сезона, оказавших наибольшее влияние на формирование эпидемиологической ситуации по этим КИ в текущем году. Результаты прогноза и анализа представлены по отдельным административным районам, что повышает в дальнейшем эффективность применения дифференцированного подхода при планировании мероприятий эпидемиологического контроля.

Управленческая подсистема эпидемиологического надзора за этими КИ включает разработку программы управленческих решений и их реализацию. Применение «Прогнозных» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ для оптимизации этой подсистемы заключается в обеспечении возможности применения дифференцированного подхода при планировании профилактических мероприятий с учётом результатов прогноза. Учитывая отсутствие на сегодняшний

день вакцинных препаратов против данных нозологических форм ПОИ, особое внимание следует уделять составлению научно-обоснованного плана неспецифических профилактических мер. Так, для административных районов на территории которых прогнозируется появление больных этими КИ, помимо выполнения комплекса противоклещевых и профилактических мероприятий согласно СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней», МУ 3.1.3.2488-09 «Организация и проведение профилактических и противоэпидемических мероприятий против Крымской геморрагической лихорадки», МУ 3.1/4.2.4140-25 «Эпидемиологический надзор, лабораторная диагностика и профилактика клещевых риккетсиозов» рекомендуется усиление контроля за обеспечением готовности медицинского персонала и оснащения ЛПО для своевременного оказания им лечебно-диагностической помощи в полном объёме.

Особое внимание при этом рекомендуется уделять организации усиленной подготовки медицинского персонала организаций первичного звена здравоохранения и приёмных отделений стационаров для раннего выявления случаев заболеваний КГЛ и АПЛ (в том числе лёгких форм). При этом целесообразно проведение занятий в различной форме – в виде лекций, семинаров, вебинаров, тренировочных учений с вводом условного больного и т.д. Кроме того, учитывая зарегистрированные внутрибольничные случаи заражения медицинских работников вирусом ККГЛ (подробно было представлено ранее в разделе 3.1 Главы 3), важное внимание следует уделять вопросам обеспечения личной профилактики персонала ЛПО при оказании помощи больным, применения средств индивидуальной защиты, недопущения биологических аварий и своевременного информирования в случае их возникновения для назначения профилактического лечения.

Помимо этого, важное значение также имеет усиление проведения информационно-разъяснительной работы для повышения настороженности в отношении КГЛ и АПЛ среди населения районов, где прогнозируется возникновение проявлений эпидемического процесса этих КИ. Особое внимание

при этом рекомендуется уделять лицам, относящимся к группе повышенного риска по заражению возбудителями КГЛ и АПЛ – сельскохозяйственным и животноводческим работникам. Для них, а также сотрудников детских и подростковых образовательных учреждений, рекомендуется организация и проведение различных семинарских занятий и инструктажей по вопросам:

- профилактики КГЛ и АПЛ (применению репеллентов, защитной одежды);

- необходимости проведения термометрии после присасывания клещей;

- своевременного обращения в ЛПО при появлении первых симптомов, указывающих на возможное заболевание КГЛ или АПЛ;

- важности провизорной госпитализации.

Принимая во внимание зарегистрированные случаи инфицирования вирусом ККГЛ контактным путём от больных в семейных очагах, сохраняют значимость подворные обходы с проведением индивидуальных бесед.

Применение «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ для оптимизации управленческой подсистемы заключается в возможности проведения анализа заболеваемости с оценкой факторов, оказавших наиболее выраженное влияние на формирование эпидемиологической ситуации по этим КИ на уровне отдельных административных районов в текущем эпидемическом сезоне. Это учитывается при дифференцированном планировании объёмов эпизоотологического мониторинга и профилактических мероприятий при подготовке к следующему эпидемическому сезону (возможную целесообразность коррекции). Так, например, получение «Ложноположительного» / «Завышенного» результатов в «Прогнозной» и «Уточняющей» моделях по одному и тому же району одновременно может свидетельствовать о недостаточно высоком уровне выявления больных (особенно при преобладании тяжёлых/геморрагических форм заболевания и низком числе лёгких). Рекомендуется усиление контроля за подготовкой персонала ЛПО и проведением информационно-разъяснительной работы для повышения осведомленности населения о клинических симптомах КИ и необходимости своевременного обращения за медицинской помощью при их возникновении. Одновременное получение «Ложноотрицательного» /

«Заниженного» результата в обеих моделях может указывать на завозной характер заболевания (или реализацию заражения при контакте с животными, привезёнными с другой административной территории) и требует подробного эпидемиологического анализа фактически выявленных случаев. Рекомендуется усиление контроля за проведением противоклещевых мероприятий и эпизоотологического мониторинга возбудителя КГЛ в административном районе.

Схематично оптимизация подсистем эпидемиологического надзора за КГЛ и АПЛ с использованием «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей представлена на рисунке 157.



Рисунок 157 – Схема оптимизация подсистем эпидемиологического надзора за клещевыми инфекциями с использованием «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей (на примере КГЛ и АПЛ)

Таким образом, внедрение разработанных «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболевания КГЛ и АПЛ способствует оптимизации информационной, диагностической и управленческой подсистем эпидемиологического надзора за этими КИ на юге России.

9.2. Оптимизация эпидемиологического надзора за лихорадкой денге и другими арбовирусными лихорадками на основе использования интернет-ресурса «ZikaMap»

Ежегодно в Российской Федерации регистрируются множественные завозные случаи лихорадки денге, местных до настоящего времени выявлено не было. Однако активное распространение комаров *Ae. albopictus* на территории Черноморского побережья Краснодарского края и Республики Крым наряду с сохраняющимся риском повторного возвращения *Ae. aegypti* (были отловлены в 2001–2004 гг. в г.о. Сочи и в 2007 г. в прибрежной зоне между г. Сухумом и г. Туапсе), являющихся переносчиками вирусов денге, Зика и чикунгунья, в сочетании с благоприятными для репликации этих арбовирусов природно-климатическими факторами в дальнейшем может привести к возникновению случаев аутохтонного инфицирования населения. Так, согласно литературным данным, абиотические условия городских округов Сочи, Анапы и Туапсе аналогичны климату районов зарубежных стран (Хорватии, Португалии, Италии, Испании и Франции), где были выявлены и официально подтверждены аутохтонные случаи заболевания лихорадками денге, чикунгунья и Зика [32, 251–253, 259, 265, 282, 288]. Поэтому эпидемиологическому надзору за этими трансмиссивными арбовирусными лихорадками в Причерноморском регионе юга России следует уделять особое внимание. Важной задачей при этом является проведение мониторинга комаров рода *Aedes* (строгий контроль за их обнаружением на территории ЭЗО) и завозных случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками для предотвращения возможного осложнения эпидемиологической ситуации по лихорадкам денге, чикунгунья и Зика. Существенный вклад в успешное решение данной проблемы вносит практическое применение «Zika-Map». Схематично алгоритм функционирования интернет-ресурса представлен на рисунке 158.

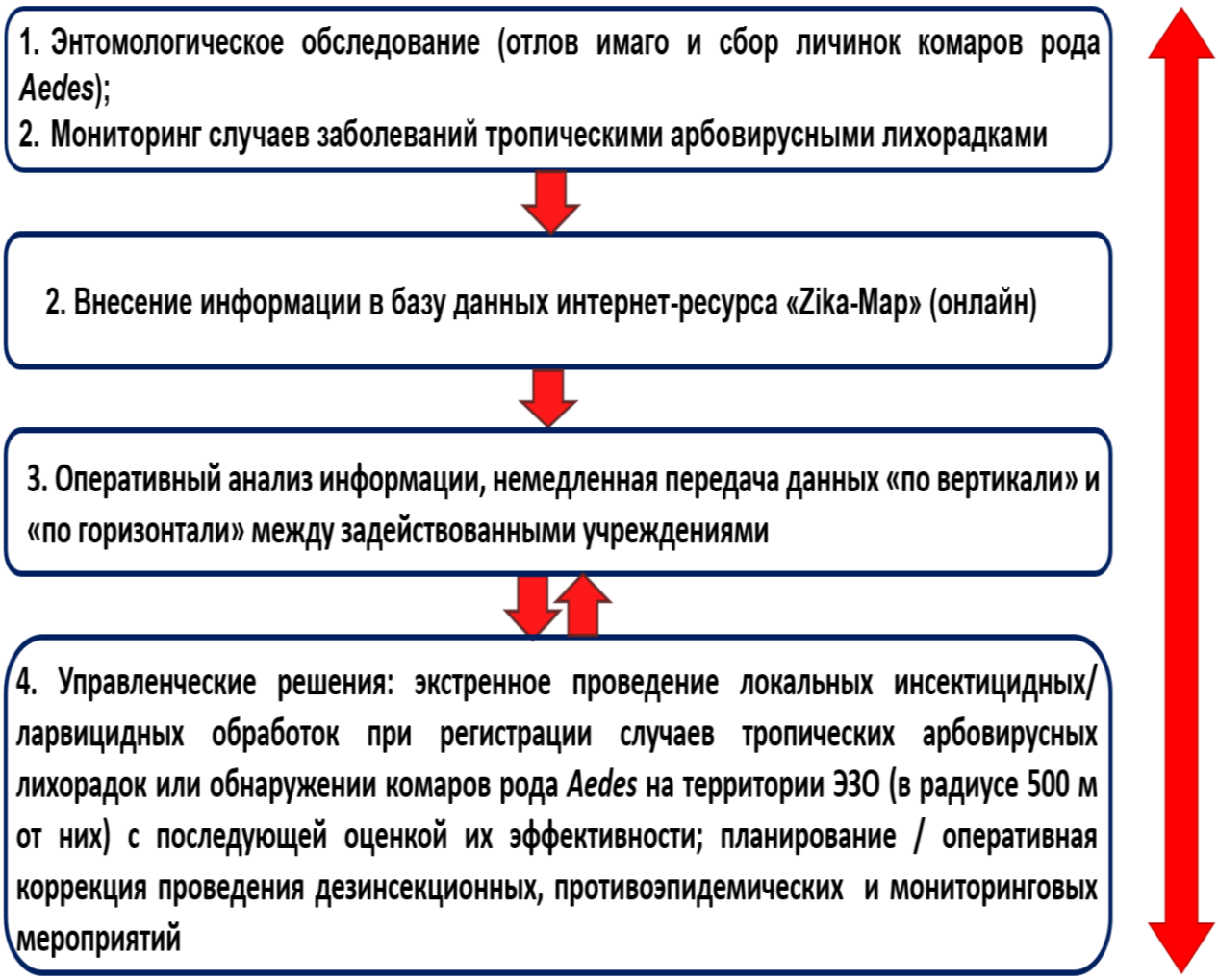


Рисунок 158 – Алгоритм функционирования интернет-ресурса «ZikaMap» для проведения мониторинга комаров рода *Aedes* и поддержки принятия управленческих решений в режиме реального времени.

Работа «ZikaMap» в режиме реального времени способствует оптимизации всех трёх подсистем эпидемиологического надзора за этими трансмиссивными арбовирусными инфекциями. Так, в первую очередь данный интернет-ресурс непосредственно оптимизирует функционирование информационной подсистемы, повышая эффективность и оперативность сбора результатов мониторинга комаров-переносчиков арбовирусов и информации о выявленных случаях заболевания тропическими арбовирусными лихорадками. Благодаря своим принципам функционирования «ZikaMap» обеспечивает:

- централизацию и автоматизацию процессов агрегации, систематизации, обработки и архивации сведений;

- возможность оперативного внесения данных как с компьютера на рабочем месте, так и с мобильных устройств в полевых условиях (при наличии доступа в сеть Интернет);

- условия безопасного хранения информации, предотвращение потери данных, несанкционированного доступа и воздействия различных угроз (таких, как «атаки методом перебора» (brute-force-attack), «отказ в доступе» (Denial-of-Service) и т. п.) в связи с расположением программного комплекса на защищённом сервере Ставропольского противочумного института Роспотребнадзора;

- поддержание бесперебойной работы ресурса – предусмотрено заполнение учётных форм в любое время и с варьированием кратности для наблюдения и анализа ситуации в динамике.

Данный интернет-ресурс также повышает качество данных и эффективность их последующей обработки благодаря наличию единых учётных форм – карточек мониторинга, которые:

- обеспечивают унификацию характера и структуры предоставляемой информации;

- определяют единый набор регистрируемых параметров для всех лиц, проводящих учёт комаров, исключая избыточность или недостаточность данных;

- снижают вероятность дублирования информации (сведения для каждой точки мониторинга наблюдения вносятся отдельно);

- обеспечивают высокую скорость внесения данных и минимизацию технических ошибок при заполнении полей за счёт автоматизации процессов (возможностью выбора параметров из ниспадающего списка).

Независимый ввод всеми задействованными сотрудниками учреждений Роспотребнадзора и одновременное отображение информации через отдельные вкладки (по индивидуальному паролю) также обеспечивают оперативность и эффективность её поэтапной передачи «по вертикали» и «по горизонтали» без дополнительного документооборота.

Кроме того, «ZikaMap» предусматривает возможность внесения положительных результатов лабораторных исследований комаров на наличие арбовирусов (до настоящего времени не были получены).

Оптимизация диагностической подсистемы заключается в обеспечении непосредственного визуального оперативного анализа данных о численности, распространении комаров рода *Aedes* (в том числе обнаружения на ЭЗО) и динамики изменения границ их ареала в режиме реального времени, а также о случаях возникновения заболеваний тропическими арбовирусными лихорадками, ретроспективной оценки сведений и проведения предэпидемической диагностики.

Структура ресурса позволяет анализировать результаты мониторинга комаров как по субъектам Причерноморского региона, так и по отдельным биотопам внутри них. Предусмотрен экспорт всей информации в структурированные таблицы в формате Microsoft Excel, что позволяет проводить всесторонний сравнительный анализ по выбранным параметрам. Масштабируемость изображений позволяет выполнять точную картографическую оценку данных, что особенно важно при обнаружении комаров (личинок) непосредственно на ЭЗО или на территории биотопов, расположенных в радиусе 500 м (зоне разлёта *Ae. albopictus*) от них. При необходимости, карта с нанесёнными точками может быть распечатана.

Также практическое применение «ZikaMap» способствует оптимизации функционирования управленческой подсистемы эпидемиологического надзора за арбовирусными тропическими лихорадками. Благодаря функционированию ресурса в режиме реального времени, обеспечивающим оперативность передачи данных, при регистрации каждого завозного случая лихорадки денге или обнаружении *Ae. albopictus* на территории ЭЗО (в радиусе 500 м от них) с целью предотвращения возможного осложнения эпидемиологической ситуации по арбовирусным инфекциям экстренно проводились локальные дезинсекционные обработки с последующим обязательным постобработочным контролем для оценки их эффективности. Кроме того, результаты картографического анализа данных мониторинга комаров использовались учреждениями Роспотребнадзора

Краснодарского края и Республики Крым при составлении плана и рекомендаций по энтомологическому обследованию и проведению инсектицидных (ларвицидных) обработок, а также при принятии управленческих решений о необходимости их оперативной коррекции.

Схематично оптимизация подсистем эпидемиологического надзора за лихорадкой денге и другими арбовирусными лихорадками, возбудители которых переносятся комарами, с использованием интернет-ресурса «ZikaMap» представлена на рисунке 159.



Рисунок 159 – Схема оптимизации подсистем эпидемиологического надзора за лихорадкой денге и другими арбовирусными инфекциями, возбудители которых переносятся комарами, с использованием интернет-ресурса «ZikaMap»

Таким образом, внедрение разработанных «Прогнозных», «Уточняющих» моделей и интернет-ресурса «ZikaMap» способствовали оптимизации эпидемиологического надзора за природно-очаговыми трансмиссивными инфекциями на юге России. Так, проведение математических расчётов для составления прогноза и анализа заболеваемости (с учётом влияния факторов текущего года) на основе применения моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ обеспечивает полноценный сбор, актуализацию, обработку, систематизацию и пополнение базы различных данных (эпидемиологических, климатических, результатов эпизоотологического обследования, лабораторных исследований полевого материала на наличие возбудителей этих КИ и других). Использование интернет-ресурса «ZikaMap» непосредственно повышает эффективность и оперативность сбора результатов мониторинга комаров *Ae. albopictus* и сведений о случаях заболевания тропическими арбовирусными лихорадками, создаёт возможность для централизованного и безопасного хранения унифицированных данных, определяет единый набор регистрируемых параметров (исключая их избыточность или недостаточность), а также снижает вероятность технических ошибок при их внесении за счёт автоматизации процессов. Это повышает эффективность поэтапной передачи информационных материалов «по вертикали» и «по горизонтали», способствуя оптимизации информационной подсистемы эпидемиологического надзора за трансмиссивными ПОИ на юге России.

Составление эпидемиологического прогноза и анализа (с учётом влияния факторов текущего эпидемического сезона) заболеваемости КГЛ (для Ставропольского края и Астраханской области) и АПЛ (для Астраханской области) на основе разработанных «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей, а также непосредственное проведение оперативного изучения данных по численности, распространению комаров рода *Aedes* (в том их обнаружения на ЭЗО), по случаям возникновения заболеваний тропическими арбовирусными лихорадками, динамики изменения границ *Ae. albopictus* и их ареала в режиме реального времени (с возможностью ретроспективной оценки сведений и проведения

предэпидемической диагностики) способствует оптимизации диагностической подсистемы эпидемиологического надзора.

Данные прогноза заболеваемости КГЛ и АПЛ учитываются при реализации дифференцированного подхода при планировании профилактических мероприятий (повышение готовности медицинского персонала и оснащение ЛПО, усиление контроля за неспецифическими профилактическими мерами и информационно-разъяснительной работой в районах, где прогнозируется появление больных). Получаемые результаты анализа заболеваемости (с учётом прогноза и влияния факторов текущего года) позволяют осуществлять планирование (коррекцию плана) профилактических мероприятий на основе оценки их эффективности и объёмов эпизоотологического мониторинга возбудителей КИ при подготовке к следующему эпидемическому сезону. Функционирование интернет-ресурса «ZikaMap» в режиме реального времени обеспечивает оперативный контроль обнаружения комаров-переносчиков арбовирусов на территории ЭЗО (завозных случаев заболевания лихорадкой денге) для последующего немедленного выполнения локальных дезинсекционных обработок. Результаты мониторинга *Ae. albopictus* также учитываются при составлении (оперативной коррекции) плана и рекомендаций по энтомологическому обследованию и проведению инсектицидных (ларвицидных) обработок на территории Черноморского побережья Краснодарского края и Республики Крым. Таким образом, внедрение разработанных «Прогнозных», «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ, а также интернет-ресурса «ZikaMap» способствовали оптимизации управленческой подсистемы эпидемиологического надзора за трансмиссивными ПОИ на юге России.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современная эпидемиологическая ситуация по трансмиссивным природно-очаговым инфекционным болезням, возбудители которых переносятся клещами и кровососущими комарами, на территории Российской Федерации в течение последних десяти лет сохранялась напряжённой. Согласно данным проведённого в рамках выполнения диссертационного исследования обзора литературы, более 50 % из подлежащих официальной регистрации в нашей стране ПОИ составили КИ, в нозологической структуре которых по интенсивности и распространённости проявлений эпидемического процесса лидирующее положение занимает ИКБ [5, 60–63, 126, 130, 133, 160, 236]. Среднемноголетний показатель заболеваемости этой КИ составил 4,5 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$ ($T_{ср}$ прироста 0,039). Подъёмы числа заболевших отмечались в 2015, 2019 гг. и (самый выраженный) в 2023 г., когда на долю ИКБ пришлась почти половина от общего числа зарегистрированных в Российской Федерации ПОИ [130, 60–63].

Местные случаи КВЭ были выявлены во всех федеральных округах Российской Федерации, кроме СКФО [124–130, 190, 238]. Среднемноголетний показатель заболеваемости этой КИ составил 1,2 ± 0,09 $^{0}/_{0000.}$ Однако площадь распространения вируса КЭ гораздо меньше, чем возбудителя ИКБ. Угроза этой КИ для здоровья населения обусловлена высоким риском развития тяжёлого течения инфекционного процесса с последующей инвалидизацией больных. Летальные исходы КВЭ отмечались ежегодно [69, 124–130]. Однако в настоящее время на территории нашей страны в целом прослеживается тенденция к снижению заболеваемости КВЭ ($T_{ср}$ убыли составил -0,015).

На территории УФО, СФО и ДФО ежегодно отмечались проявления эпидемического процесса СКТ [92, 115, 130, 184]. К субъектам очень высокой и высокой степени эпидемической опасности относятся Республика Алтай, Алтайский край и Республика Тыва [4, 130, 222]. Среднемноголетний показатель заболеваемости этой КИ составил 0,9 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$. Однако динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса СКТ также характеризуется тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли составил -0,044). Ежегодно на территории Российской

Федерации отмечаются спорадические случаи МЭЧ и ГАЧ. Среднемноголетние показатели заболеваемости этими КИ составили 0,01 ± 0,004 и 0,04 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$ соответственно. Наблюдаемая невысокая интенсивность эпидемического процесса этих ПОИ, несмотря на широкое выявление маркеров анаплазм и эрлихий в клещах, вероятнее всего, связана с низкой частотой диагностических исследований клинического материала и недостаточной степенью осведомленности сотрудников ЛПО о патогномоничных симптомах этих инфекционных болезней [75].

Несмотря на снижение заболеваемости по большинству нозологических форм КИ в период пандемии COVID-19 (обусловленное, согласно литературным данным, неспецифическими факторами – сокращением числа лабораторных исследований для верификации диагноза ПОИ, перепрофилированием многих ЛПО для приоритетного оказания медицинской помощи больным новой коронавирусной инфекцией), с 2022 г. вновь наблюдается увеличение числа выявленных больных этими КИ) [127–130].

Ежегодно в Российской Федерации регистрируется более 40 тыс. обращений населения в ЛПО по поводу присасывания клещей [124–130]. В течение исследуемого периода наибольшее значение этого показателя (395,34 $^{0}/_{0000}$) было зарегистрировано в 2019 г., что совпало с подъёмом заболеваемости такими нозологическими формами КИ как ИКБ, СКТ и КГЛ [126].

Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса ЛЗН характеризовалась относительно невысоким уровнем заболеваемости (0,06 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) с периодическим возникновением эпидемических вспышек [121, 142, 143, 191]. Вместе с тем наблюдается тенденция к расширению ареала вируса ЗН в северном направлении с появлением местных случаев этой ПОИ на территории ранее неэндемичных регионов ЦФО, УФО, СЗФО и СФО [100, 102, 121, 142, 191]. Возбудитель ЛЗН в настоящее время циркулирует на территории более 70 субъектов нашей страны, но область его распространения значительно шире и простирается за пределы изотермы 20°С для наиболее тёплого месяца. Самый северный субъект, где были выявлены местные случаи инфицирования – Тверская область [121].

Ежегодно отмечались множественные завозные случаи лихорадки денге [124–130]. Наибольшее число больных было зарегистрировано в 2019 г., с 2020 г. отмечалось их уменьшение, обусловленное карантинными мероприятиями в период пандемии COVID-19 и снижением интенсивности внешних туристических потоков в целом. Однако наблюдаемая тенденция к росту популярности у отдыхающих стран Азиатского и Африканского региона, гиперэндемичных по этой инфекции, свидетельствует о сохранении риска увеличения числа завозных случаев – в 2023 г. уже было выявлено 162 заболевших.

Однако особую проблему трансмиссивные ПОИ представляют для юга европейской части России. Благоприятные природно-климатические условия региона обусловливают эндемичность субъектов ЮФО и СКФО по ряду КИ (АПЛ, КГЛ) и способствуют поддержанию высокой численности членистоногих переносчиков возбудителей других нозологических форм инфекционных болезней [51, 85, 86, 138, 178, 192, 194, 196, 205]. Интенсивность проявлений эпидемического процесса ЛЗН характеризуется относительно невысоким уровнем заболеваемости, но настороженность вызывает риск возникновения аутохтонных случаев лихорадки денге в зонах субтропического климата Краснодарского края и Республики Крым, обусловленный активным распространением комаров *Ae. albopictus* (потенциальных векторов арбовирусов) на Черноморском побережье Российской Федерации [14, 117, 147, 217].

Исследованиям, посвящённым совершенствованию мониторинга и прогнозирования заболеваемости трансмиссивными ПОИ для последующего учёта результатов при проведении надзорных и контрольных мероприятий, в настоящее время уделяется значительное внимание [172, 173, 221]. Активно проводятся работы по изучению комплексного влияния климатических факторов на жизнедеятельность членистоногих переносчиков возбудителей инфекционных болезней и изменение границ ареалов их распространения для определения предпосылок возникновения эпидемических осложнений [34, 71, 155, 165, 173]. Однако, результаты проведённого литературного обзора свидетельствуют, что большинство таких исследований проводятся для нозологических форм КИ,

наиболее актуальных для территорий УФО, СФО и ДФО [6, 21, 54, 59, 65, 84, 198, 203, 208]. Разработке методик риск-ориентированного прогнозирования заболеваемости эндемичными для юга России трансмиссивными ПОИ (КГЛ и АПЛ) посвящен лишь небольшой ряд научных трудов [207, 199]. Не выполнялись ранее работы по созданию «Уточняющих» моделей, позволяющих проводить анализ заболеваемости с учётом результатов прогноза и влияния факторов текущего эпидемического сезона (которое невозможно учесть при прогнозировании). На сегодняшний день также интенсивно развивается направление по созданию электронных атласов и интернет-ресурсов для картографического анализа заболеваемости и результатов лабораторных исследований полевого материала [64, 37, 53, 121, 180]. Среди наиболее практически значимых отечественных разработок для проведения мониторинга эпидемиологической ситуации по ПОИ следует отметить «Эпидемиологический атлас ПФО» Нижегородского научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора, ГИС-портал Ростовского-на-Дону противочумного института Роспотребнадзора и электронный атлас «Лихорадка Западного Нила на территории Российской Федерации» Волгоградского противочумного института Роспотребнадзора [37, 53, 121,180]. Вместе с тем, согласно данным обзора литературы, функциональные возможности ранее разработанных геоинформационных ресурсов не предусматривают проведение оперативной оценки распространения на Черноморском побережье Российской Федерации комаров рода *Aedes* и мониторинга случаев возникновения заболеваний лихорадкой денге (и другими тропическими арбовирусными лихорадками) для предотвращения возможного осложнения эпидемиологической ситуации по арбовирусным инфекциям в Причерноморском регионе в режиме реального времени.

Таким образом, необходимость поддержания стабильной эпидемиологической ситуации по трансмиссивным ПОИ на юге европейской части нашей страны свидетельствует о целесообразности оптимизации

эпидемиологического надзора за этими опасными инфекционными болезнями, что и определило проведение настоящего диссертационного исследования.

В ходе решения первой задачи диссертационной работы, посвящённой анализу заболеваемости трансмиссивными ПОИ на юге России, установлено, что в 2014–2023 гг. на данной территории всего было зарегистрировано 5105 больных КИ, 653 ЛЗН и 34 завозных случая лихорадки денге. Выявлено, что динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса ПОИ, возбудители которых переносятся иксодовыми клещами, характеризуется тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду $y = -0{,}158x + 2{,}827$ ($R^2 = 0{,}357$), $T_{ср}$ убыли составил -0,02. Показано, что уровень заболеваемости КИ в 2022-2023 гг., несмотря на превышение показателя двухлетнего периода пандемии COVID-19 (0,8 ± 0,2 $^0/_{0000}$) на 62,5 и 112,5 % соответственно, не достиг допандемийного уровня 2014–2019 гг. (2,5 ± 0,1 $^0/_{0000}$).

Результаты исследования свидетельствуют, что больные КИ были зарегистрированы во всех административных субъектах, кроме Республики Ингушетия. Установлено, что большая часть выявленных случаев по региону в целом и в ЮФО приходится на Астраханскую область (36,9 и 42,2 % соответственно), в СКФО – на Ставропольский край (86,8 %).

Показано, что сохранению напряжённой эпидемиологической ситуации по КИ на юге России способствует высокая активность членистоногих переносчиков их возбудителей, которую косвенно отражают значения обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей. Это подтверждается высокой прямой корреляционной зависимостью ($r=0{,}8$, $p<0{,}05$) уровней заболеваемости КИ от величин данного показателя.

Согласно данным проведённого анализа, проявления эпидемического процесса КИ на юге России отмечались по восьми нозологическим формам. Показано, что серьёзную опасность для здоровья населения региона представляют эндемичные ПОИ – КГЛ (летальность в 2021 г. составила 6,1 %, в 2022 г. – 10,2 %, в 2023 г. –7,7 %) и АПЛ, лидирующая по заболеваемости в ЮФО (1,1 ± 0,2 $^0/_{0000}$).

Установлено, что всего в течение исследуемого периода на юге России было выявлено 1877 случаев заболевания АПЛ (0,7 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$), летальность составила 0,6 %. Среднемноголетний уровень заболеваемости превысил аналогичный общероссийский показатель (0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) в 7 раз. Однако динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ в регионе характеризовалась тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -0,117x + 1,353 (R^2 = 0,693). В 2023 г. уровень заболеваемости (0,4 ± 0,04 $^{0}/_{0000}$) был ниже среднего значения допандемийного периода 2014–2019 гг. (1,0 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) на 60 %, но превысил аналогичный показатель предыдущих трёх лет (0,2 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) на 50 %. В Астраханской области было выявлено 98,2 % от общего числа случаев этой КИ на юге России. Проявления эпидемического процесса в ЮФО также отмечались в Республике Калмыкия (1,0 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$), в СКФО – в Республике Дагестан (0,02 ± 0,01 $^{0}/_{0000}$).

Также результаты проведённого анализа свидетельствуют, что в течение исследуемого периода на юге России было выявлено 840 больных КГЛ (0,3 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$). Установлено, что в СКФО наиболее высоким уровнем заболеваемости характеризовался Ставропольский край (0,9 ± 0,19 $^{0}/_{0000}$), в ЮФО – Республика Калмыкия (3,4 ± 0,86 $^{0}/_{0000}$). Летальность от этой КИ на юге России составила 3,8 %. Показано, что сохранение высокой доли летальных исходов во многом связано с поздним началом лечения больных КГЛ, обусловленным их несвоевременным выявлением в связи с недостаточной настороженностью как медицинских работников, так и самих заболевших этой КИ. На это указывают выявленные в ходе исследования тенденция к снижению динамики провизорных госпитализаций (y = - 47,182 x + 656,8 (R^2 = 0,599), $T_{ср}$ убыли составила -0,066), низкая доля верных предварительных диагнозов «КГЛ?» при первичном обращении за медицинской помощью (39,2 %), а также поздняя (после трёх суток от возникновения первых симптомов) обращаемость самих заболевших КГЛ (44,4 %).

Вместе с тем установлено, что заболеваемость КВЭ на юге России, напротив, характеризуется единичными проявлениями эпидемического процесса. Местные

случаи (4) были выявлены на эндемичной территории Крымского полуострова. Остальные 18 носили завозной характер, больные указывали на присасывание клещей по месту жительства в других регионах России. Был зарегистрирован один летальный исход в Республике Крым (в 2018 г., завозной случай из Свердловской области).

Также только в Республике Крым и г. Севастополе ежегодно регистрировались случаи марсельской лихорадки, среднемноголетние показатели заболеваемости для этих субъектов составили 1,4 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$ и 1,8 ± 0,3 $^{0}/_{0000}$, для юга России в целом – 0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000.}$ Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса этой КИ в целом была невыраженной, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = 0,002x + 0,127 (R2 = 0,020), для $T_{ср}$ прироста было получено нулевое значение. У большинства больных марсельская лихорадка протекала в среднетяжёлой форме. Были зарегистрированы два летальных исхода – в 2021 г. (микст-инфекция с геморрагической лихорадкой с почечным синдромом) и в 2022 г.

Проявления эпидемического процесса ИКБ отмечались во всех субъектах региона, кроме Республики Калмыкия и КБР. Среднемноголетний уровень заболеваемости составил 0,8 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$, что ниже аналогичного показателя по стране в целом на 82,2 %. Динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса этой КИ на юге России характеризовалась некоторой тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду y = -0,005 x + 0,78 (R^2 = 0,002), $T_{ср}$ прироста составил 0,080. У большинства больных отмечалось среднетяжёлое течение ИКБ (89,1 %). Выявлено преобладание эритемных форм (76,6 %), в 0,2 % случаев был зарегистрирован нейроборрелиоз. Летальных исходов ИКБ не отмечалось.

Также в течение исследуемого периода были выявлены четыре больных ГАЧ и один – МЭЧ.

Интенсивность проявлений эпидемического процесса ЛЗН на юге России, согласно данным проведённого анализа, сохранялась на невысоком уровне (0,2 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$), с подъёмами в 2018-2019 гг. и 2023 г. Показано, что большинство больных

(96,9 %) были выявлены в ЮФО (0,4 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$), с наиболее высокой заболеваемостью в Астраханской области (1,5 ± 0,8 $^{0}/_{0000}$), в СКФО (0,02 ± 0,01$^{0}/_{0000}$) регистрировались спорадические случаи этой ПОИ. Установлено, что у большинства больных на юге России отмечалось среднетяжёлое течение ЛЗН, на долю лёгкого и тяжёлого пришлось 3,8 и 11,9 % соответственно. Кроме того, в 0,3 % случаев было выявлено бессимптомное течение. Чаще регистрировались гриппоподобные формы – 76,1 %. Летальность составила 3,7 %.

Кроме того, результаты исследования свидетельствуют, что ежегодно (кроме 2022 г.) на юге России отмечались завозные случаи лихорадки денге. При этом установлено, что 29,0 % больных этой ПОИ (восемь в Краснодарском крае и один в г. Севастополе) были зарегистрированы на территории распространения комаров *Ae. albopictus.* Однако данные случаи заболевания были выявлены в холодные сезоны года (вне периода активной жизнедеятельности комаров-переносчиков её возбудителя), в связи с чем не представляли опасности аутохтонного инфицирования населения. Вместе с тем, показано, что Причерноморский регион характеризуется риском осложнения эпидемиологической ситуации по лихорадке денге и другим арбовирусным ПОИ в тёплый период с возможным возникновением местных случаев заболевания, что обусловлено интенсивной миграцией из эндемичных по арбовирусным тропическим лихорадкам зарубежных государств для сезонного трудоустройства, наличием международных аэропортов и морских портов, оздоровительных баз образовательных учреждений (с обучением иностранных студентов), проведением массовых мероприятий с международным участием, а также созданием благоприятных условий для развития комаров-переносчиков арбовирусов в связи с выраженной антропогенной трансформацией ландшафта в ходе реализации проектов туристско-рекреационного сектора экономики Краснодарского края и Республики Крым.

Вторая задача диссертационного исследования была посвящена изучению современной эпидемиологической ситуации по КГЛ и факторов, влияющих на её формирование, для последующей разработки предложений по оптимизации эпидемиологического надзора за этой КИ (в том числе, на основе применения

«Прогнозной» и «Уточняющей» моделей) на примере двух субъектов юга России. Выбор в качестве первого из них Ставропольского края обусловлен высокой интенсивностью проявлений эпидемического процесса данной ПОИ на его территории (по показателю заболеваемости с 2014 по 2023 г. занимал ведущую позицию в СКФО и второе место на юге России в целом). Установлено, что среднемноголетний уровень заболеваемости КГЛ в Ставропольском крае (0,9 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$) превышал аналогичные показатели по югу России (0,3 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$) и стране в целом (0,06 ± 0,01$^{0}/_{0000}$) в три и 15 раз соответственно.

Выбор Астраханской области в качестве второго модельного субъекта обусловлен эпидемиологическими особенностями – превалированием на фоне относительно невысокой заболеваемости (0,3 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$, что соответствует аналогичному показателю по югу России (0,3 ± 0,06 $^{0}/_{0000}$) и превышает значение по стране в целом (0,06 ± 0,01$^{0}/_{0000}$) в пять раз) случаев с тяжёлыми геморрагическими формами, а также выявлением больных преимущественно в пяти административных районах области при лабораторно подтверждённой активной циркуляции вируса ККГЛ почти на всей территории, что может свидетельствовать о недостаточном выявлении больных с лёгким (среднетяжёлым без проявлений геморрагического синдрома) течением данной КИ.

Результаты эпидемиологического анализа свидетельствуют, что динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса в обоих модельных субъектах характеризовалась тенденциями к снижению, $T_{ср}$ убыли составили -0,1 и -1 соответственно. Выявлено, что среди больных как в Ставропольском крае, так и в Астраханской области превалировали лица трудоспособного возраста от 25 до 59 лет (77,3 и 78,1 % соответственно), занимающиеся животноводческой деятельностью (47,1 и 50 % соответственно), что связано с сельскохозяйственной специализацией регионов (высокой частотой контактов населения с клещами-переносчиками вируса ККГЛ при уходе за скотом).

Показано, что проявления эпидемического процесса КГЛ в обоих модельных субъектах в 2014–2023 гг. наблюдались преимущественно в течение весенне-летних месяцев, что характерно для этой нозологической формы КИ и обусловлено

особенностями жизненного цикла *H. marginatum* – основного переносчика и резервуара вируса ККГЛ. Так, между показателями численности клещей этого вида и заболеваемости населения КГЛ выявлены сильные прямые корреляционные зависимости ($r=0,8$, $p<0,05$). Результаты энтомологического мониторинга свидетельствуют, что в течение исследуемого периода динамика численности *H. marginatum* в Ставропольском крае характеризовалась некоторой тенденцией к снижению ($y = -0,076 x + 4,28$ ($R^2 = 0,282$), $T_{ср}$ убыли составил -0,028), в Астраханской области – к росту ($y = 0,122x + 2,54$ ($R^2 = 0,199$), $T_{ср}$ прироста составил 0,061). Установлено, что между значениями численности клещей этого вида и их прокормителей (поголовьем крупного и мелкого рогатого скота) в обоих модельных субъектах выявлены слабые прямые корреляционные связи ($r=0,3$ и $0,2$ соответственно, $p>0,05$). Между численностью *H. marginatum* и показателями обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей (косвенно отражающих не только численность и активность членистоногих переносчиков вируса ККГЛ, но и интенсивность контактов населения с природным очагом этой КИ), а также уровнями заболеваемости КГЛ в Ставропольском крае и Астраханской области были выявлены прямые корреляции средней силы ($r=0,5 – 0,6$, $p>0,05$). Также показано, что фактор обращаемости характеризовался низкими ($< 0,5$) значениями коэффициентов информативности. Это обусловлено несоответствием данного показателя с уровнями заболеваемости населения КГЛ в разрезе муниципальных округов (жители высокоэндемичных сельских районов зачастую самостоятельно удаляли присосавшихся клещей).

Установлено, что больные КГЛ в Ставропольском крае регистрировались со второй декады апреля до третьей декады августа (с пиком в июне), в Астраханской области – с первой-второй декады мая до третьей декады июня, что обусловлено абиотическими условиями данных территорий. В ходе выполнения диссертационного исследования были определены комплексы климатических факторов, оказывающих наиболее выраженное опосредованное действие (влияя на численность *H. marginatum*) на уровень заболеваемости КГЛ для каждого модельного субъекта. Полученные результаты свидетельствуют, что наиболее

значимые показатели (r= 0,8–0,9, коэффициенты информативности от 1,59 до 0,85) для Ставропольского края представлены весенне-летними значениями средней, минимальной, максимальной температуры и влажности воздуха, количества выпавших осадков, NDVI, температуры и влажности почвы предшествующего и текущего года. Перечень факторов для Астраханской области также включает зимние показатели максимальной, минимальной и средней температуры воздуха и температуры почвы (r= 0,8–0,9, информативность от 2,53 до 0,89). Полученные результаты обусловлены ландшафтно-климатическими и гидрологическими условиями данного субъекта (в том числе холодной зимой со значительной глубиной промерзания почвы и низкой среднемесячной температурой воздуха – до −3,7°С, влияющими на сохранение жизнеспособности зимующих особей *H. marginatum*).

При изучении данных лабораторных исследований в 2014–2023 гг. методом ИФА в Ставропольском крае были исследованы 6009 пулов клещей этого вида, ПЦР – 6539, положительные результаты составили 4,9 % (5,6 ± 0,8 %) и 4,0 % (5,1 ± 1,7 %) соответственно. В Астраханской области РНК вируса ККГЛ была обнаружена в 13,2 % (12,0 ± 3,6 %) проб, антиген возбудителя КГЛ – в 1,3 % (1,0 ± 0,30 %) при исследовании 6539 и 2290 пулов *H.marginatum* соответственно. В обоих модельных субъектах между показателями заболеваемости КГЛ и долей положительных пулов *H. marginatum* (в %), исследованных методами ПЦР и ИФА, были выявлены слабые корреляционные зависимости (p>0,05). Показатели лабораторных исследований также характеризовались низкими (< 0,5) значениями коэффициентов информативности

Кроме того, в 2014–2023 гг. индивидуально методом ПЦР были исследованы клещи, снятые с людей. В Ставропольском крае РНК вируса ККГЛ была обнаружена в двух пробах *H.marginatum*, в Астраханской области положительные результаты составили 0,5 % при исследовании 497 и 3359 имаго соответственно. Однако связь между присасыванием вирусоформных клещей и развитием манифестной формы заболевания у людей не была выявлена ни в одном случае.

Результаты анализа проведения акарицидных обработок территорий, крупного и мелкого рогатого скота в обоих модельных субъектах свидетельствуют об их проведении согласно запланированным объёмам. Однако между их количественными показателями с численностью *H. marginatum* и уровнями заболеваемости населения КГЛ выявлены слабые прямые корреляционные связи ($p>0,05$). Также показано, что внимание также уделялось информационно-разъяснительной работе с населением, направленной на повышение настороженности жителей Ставропольского края и Астраханской области в отношении КГЛ (выступления по телевидению, публикации статей в местных газетах, подготовка раздаточных материалов (памяток и листовок), посвящённых путям заражения, клиническим симптомам и профилактике КГЛ, проведению инструктажей среди контингентов групп риска). Однако корреляционная зависимость уровня заболеваемости населения КГЛ от данных показателей также была слабой ($p>0,05$). Также для всех видов профилактических мероприятий в обоих модельных субъектах были получены низкие (<0,5) значения коэффициентов информативности.

Важное значение в системе противоэпидемических мероприятий имеет раннее выявление больных КГЛ. Несвоевременность диагностики и назначения специфической терапии значительно увеличивает риск развития тяжёлых осложнений и летального исхода. В ходе выполнения диссертационного исследования установлено, что в обоих модельных субъектах наблюдались поздняя обращаемость больных КГЛ за медицинской помощью (позже трех суток от начала заболевания – 41,6 и 43,8 % соответственно), низкая частота верных предварительных диагнозов при направлении пациентов на госпитализацию (39,6 и 37,5 %) и несвоевременность сроков установления диагнозов «КГЛ» у поступивших в стационар по поводу других заболеваний (в течение первых суток – 44,8 и 37,5 %). Также выявлено снижение числа провизорных госпитализаций в Ставропольском крае до 152 в 2023 г. (при 252,8 ± 30,9 в 2014–2019 гг.) и до 2 в Астраханской области (при 74,3 ± 11,7 в 2014–2019 гг.), что в свою очередь может указывать на недостаточное выявление больных с лёгким (или среднетяжёлым без

проявлений геморрагического синдрома) течением инфекционного процесса этой КИ. Таким образом полученные результаты свидетельствуют о недостаточной настороженности как медицинского персонала, так и населения в отношении КГЛ и необходимости применения дифференцированного подхода при планировании профилактических мероприятий и подготовки медицинских работников.

В ходе решения третьей задачи диссертационной работы, посвящённой изучению современной эпидемиологической ситуации по АПЛ и факторов, влияющих на её формирование для последующей разработки предложений по оптимизации эпидемиологического надзора за этой КИ на примере Астраханской области показано, что среднемноголетний уровень заболеваемости на территории этого субъекта (18,2 ± 3,4 $^{0}/_{0000}$) превышает аналогичные показатели по югу России (0,7 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) и стране в целом (0,1 ± 0,02 $^{0}/_{0000}$) в 26 и 182 раза соответственно. Вместе с тем, результаты эпидемиологического анализа свидетельствуют, что динамика интенсивности проявлений эпидемического процесса в Астраханской области характеризовалась тенденцией к снижению, $T_{ср}$ убыли составил -0,105. Однако, в отличие от КГЛ, в 2023 г. уровень заболеваемости АПЛ (10,5 ± 1,1 $^{0}/_{0000}$) на территории области превысил аналогичный показатель предыдущих трёх лет (5,2 ± 1,5 $^{0}/_{0000}$) в два раза. Установлено, что среди заболевших превалировали лица трудоспособного возраста от 25 до 59 лет (51,6 %), так же, как и среди больных КГЛ в модельных субъектах.

Показано, что проявления эпидемического процесса АПЛ в Астраханской области в 2014–2023 гг. наблюдались с апреля по ноябрь (99,8 %), что характерно для этой нозологической формы КИ и обусловлено особенностями жизненного цикла *R. pumilio* (переносчиков *R. conorii* subsp. *caspia).* Так, между показателями численности клещей этого вида и заболеваемости населения выявлены сильные прямые корреляционные зависимости ($r=0,8$, $p<0,05$). Результаты энтомологического мониторинга свидетельствуют, что в течение исследуемого периода динамика численности *R. pumilio* характеризовалась некоторой тенденцией к снижению, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду $y = -0,106x + 5,813$ ($R^2 = 0,438$), $T_{ср}$ убыли

составил -0,008. Однако в 2023 г. численность *R. pumilio,* напротив, возросла, превысив среднее значение 2014–2023 гг. на 2 % (уровень заболеваемости АПЛ при этом также увеличился, хотя и оставался ниже среднемноголетнего). Установлено, что между значениями численности клещей этого вида и их прокормителей (поголовья крупного и мелкого рогатого скота) выявлены слабые прямые корреляционные связи ($p>0,05$). Но, согласно данным литературы, клещи этого вида паразитирует чаще на дворовых собаках, чем на сельскохозяйственных животных [188, 189, 199]. Между значениями обращаемости населения в ЛПО по поводу присасывания клещей и уровнем заболеваемости АПЛ выявлена корреляционная связь средней силы ($r=0,6$, $p>0,05$). Между величинами численности *R. pumilio* и этим показателем установлена слабая прямая ($r=0,2$, $p>0,05$) корреляция. Также показано, что фактор обращаемости характеризовался низкими ($< 0,5$) значениями коэффициентов информативности. Это обусловлено несоответствием данного показателя с уровнями заболеваемости населения АПЛ в разрезе муниципальных округов (жители высокоэндемичных районов зачастую удаляли присосавшихся клещей самостоятельно, в связи с чем фактические значения могли превышать официально зарегистрированные).

В ходе выполнения диссертационного исследования также был определен комплекс климатических факторов, оказывающих наиболее выраженное косвенное влияние на интенсивность проявлений эпидемического процесса АПЛ в Астраханской области ($r= 0,8–0,9$, значения коэффициентов информативности от 2,93 до 0,95.) Установлено, что уровень заболеваемости этой КИ в наибольшей степени зависит от среднемесячных показателей NDVI, температуры и влажности почвы, количества выпавших осадков, температуры (максимальной, минимальной и средней) и влажности воздуха весенне-летних и осенних месяцев предшествующего и текущего года, влияющих на различные стадии жизненного цикла *R. pumilio*.

Лабораторные исследования проб клещей на наличие маркеров возбудителя АПЛ в течение исследуемого периода в Астраханской области (2014–2023 гг.) не проводились.

Выявлены слабые прямые корреляционные связи между показателями выполнения акарицидных и информационно-разъяснительных мероприятий с численностью *R. pumilio* и заболеваемостью населения АПЛ (аналогично результатам корреляционного анализа профилактической работы с интенсивностью проявлений эпидемического процесса КГЛ и численностью *H. marginatum*). Все виды профилактических мероприятий также характеризовались низкими (< 0,5) значениями коэффициентов информативности.

Известно, что важное значение в системе противоэпидемических мероприятий имеет раннее выявление больных АПЛ. В ходе выполнения диссертационного исследования установлена тенденция к снижению числа лиц, госпитализируемых с провизорной целью, что подтверждается уравнением регрессии, соответствующим линейному тренду $y = -32{,}636x + 378$ ($R^2 = 0{,}718$). В 2023 г. по сравнению с 2014 г. значение показателя уменьшилось на 64,8 % ($T_{ср}$ убыли составили -0,11). Это в свою очередь может указывать на недостаточное выявление больных с лёгким течением инфекционного процесса этой КИ. Кроме того, выявлено, что только 22 % заболевших обратились за медицинской помощью в течение первых трёх суток от момента начала появления симптомов заболевания. При этом в 16,9 % случаев отмечалось очень позднее обращение больных (после 10-х суток), что связано с риском тяжелого течения и возникновения осложнений. Верный предварительный диагноз «АПЛ?» при обращении больных за медицинской помощью в учреждения первичного звена здравоохранения был поставлен 62,7 % пациентов. Однако его лабораторная верификация (методом ПЦР) была выполнена только в 30,6 % случаев. Таким образом, полученные результаты анализа данных по обращаемости больных за медицинской помощью, провизорным госпитализациям, и клинической диагностике свидетельствуют о недостаточно высоком уровне настороженности медицинских работников первичного звена здравоохранения и жителей Астраханской области в отношении АПЛ и невысокой доле лабораторной верификации диагноза в ЛПО.

Полученные данные послужили основой для решения следующих двух задач диссертационного исследования – разработке «Прогнозных» и «Уточняющих»

моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ для оптимизации эпидемиологического надзора за этими КИ. «Прогнозные» модели динамики заболеваемости созданы для составления краткосрочного количественного эпидемиологического прогноза (по отдельным муниципальным районам и городским округам). «Уточняющие» модели разработаны для проведения эпидемиологического анализа, учитывающего как результаты прогноза, так и влияние факторов текущего года (которое невозможно заранее учесть при прогнозировании). В качестве субъектов для примера построения моделей были выбраны Ставропольский край и Астраханская область. При разработке «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей использовались числовые показатели биотических, абиотических и социальных факторов, прямо или опосредованно влияющих на интенсивность проявлений этих КИ (представлены в разделе 2.1 Главы 2). Для автоматизации поэтапного проведения математических вычислений была разработана программа на основе Microsoft Excel 2010. Проверка работы моделей проводилась на ретроспективных данных 2018–2019 гг. (с известными показателями заболеваемости на 100 тыс. населения по каждому административному району). Апробация моделей с использованием оперативных значений факторов была выполнена в 2020–2023 гг.

Полученные результаты свидетельствуют, что разработанные «Прогнозные» модели динамики заболеваемости КГЛ позволяют составлять краткосрочный количественный эпидемиологический прогноз (по отдельным муниципальным районам и городским округам) для Ставропольского края с точностью 85,6 %, для Астраханской области – 77,1 % (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19). Показатели оценки диагностической ценности моделей для Ставропольского края и Астраханской области составили: чувствительность – 94,9 и 100 %, специфичность – 95,4 и 76,5 %, прогностическая ценность положительного результата – 92,5 и 63,6 %, прогностическая ценность отрицательного результата – 96,9 и 100 % соответственно. Созданные «Уточняющие» модели позволяют проводить ежегодный итоговый анализ заболеваемости и выявление (на основе математических вычислений) факторов

текущего эпидемического сезона, оказавших наибольшее влияние на формирование эпидемиологической ситуации по этим КИ в текущем году. Их точность для Ставропольского края составила 82,6 %, для Астраханской области – 74,2 % (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19). Показатели оценки диагностической ценности моделей для этих субъектов составили: чувствительность – 97,4 и 100 %, специфичность – 89,2 и 76,5 %, прогностическая ценность положительного результата – 84,4 и 63,6 %, прогностическая ценность отрицательного результата – 98,3 и 100 % соответственно. Высокая доля «Ложноположительных» и «Завышенных» результатов отмечалась только в 2020-2021 гг.

При этом анализ данных комплексного использования «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей указывает на отсутствие климатических предпосылок к спаду интенсивности проявлений эпидемического процесса КГЛ в Ставропольском крае и Астраханской области в период пандемии COVID-19, а также свидетельствует, что низкие показатели заболеваемости этой КИ в 2023 г., вероятнее всего, были обусловлены неблагоприятным действием климатических факторов предшествующего и текущего эпидемических сезонов на преимагинальные фазы и имаго *H. marginatum* (избытком выпавших осадков в мае с их выраженным дефицитом в июне, низкой влажностью воздуха и сухостью почвы в июле – показателями с наиболее высокими отрицательными значениями прогностических коэффициентов).

Разработанные «Прогнозная» и «Уточняющая» модели динамики заболеваемости АПЛ на примере Астраханской области характеризуются точностью 79,2 и 77,2 % соответственно (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19). Показатели оценки диагностической ценности моделей составили: чувствительность – 100 %, специфичность – 100 %, прогностическая ценность положительного результата – 100 %, прогностическая ценность отрицательного результата – 100 %. Высокая доля «Ложноположительных» и «Завышенных» результатов отмечалась только в 2020-2021 гг.

При этом анализ данных комплексного использования «Прогнозной» и «Уточняющей» моделей указывает на отсутствие климатических предпосылок к спаду интенсивности проявлений эпидемического процесса АПЛ в Астраханской области в период пандемии COVID-19, а также свидетельствует, что подъём заболеваемости этой КИ в 2023 г., вероятнее всего, был обусловлен благоприятным действием климатических факторов на *R. pumilio* в соответствии с их сложным жизненным циклом (средней, максимальной и минимальной температуры воздуха в марте, апреле и августе текущего года, в сентябре, октябре и ноябре предшествующего эпидемического сезона, а также относительной влажности воздуха и количества осадков выпавших в августе текущего эпидемического сезона – показателями с наиболее высокими положительными значениями прогностических коэффициентов).

Шестая задача диссертационного исследования была посвящена разработке интернет-ресурса «ZikaMap» для мониторинга комаров-переносчиков арбовирусов и случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками в режиме реального времени и оперативной коррекции плана профилактических (инсектицидных) мероприятий, а также последующей оценке результатов его практического применения. Разработанный интернет-ресурс «ZikaMap» расположен на сервере Ставропольского противочумного института Роспотребнадзора и функционирует в режиме реального времени, что обеспечивает оперативность внесения унифицированных сведений и их централизованное безопасное хранение. Для работы с ресурсом отсутствует необходимость в приобретении специализированного технического обеспечения, кроме персональных компьютеров или других подобных девайсов (ноутбука, планшетов и т.д.), а также в закупке, установке и настройке какого-либо дополнительного программного обеспечения. Эксплуатация программно-аппаратного комплекса характеризуется простотой и минимальными системными требованиями (достаточно наличие современных операционной системы и браузера). Ввод данных задействованными сотрудниками осуществляется как в

онлайн-режим со своих рабочих мест, так и непосредственно в полевых условиях (при наличии устойчивого интернет-соединения).

Применение интернет-ресурса «ZikaMap» обеспечивает решение следующих задач: проведение оперативного картографического анализа для обнаружения возникновения случаев тропических арбовирусных лихорадок и комаров на территории ЭЗО и в радиусе 500 м от них (разлёт *Ae. albopictus*), оценки численности и распространение комаров рода *Aedes* в режиме реального времени и изучения изменения ареала *Ae. albopictus*. Кроме того, «ZikaMap» предусматривает возможность ввода данных о положительных результатах лабораторных исследований комаров на наличие арбовирусов (до настоящего времени не отмечались). Сведения, полученные при использовании ресурса, свидетельствуют, что наибольшее количество *Ae. albopictus* в 2016–2023 гг. было отловлено в Центральном внутригородском районе г.о. Сочи (52,7 и 40,2 % от общего их числа на территории данного субъекта и Черноморского побережья Краснодарского края в целом), соответственно, там же регистрировались самые высокие показатели их численности (ловушко-час) – 113,3 ± 3,4. Однако в динамике выявлена тенденция к снижению численности комаров этого вида. Показатели $T_{ср}$ убыли составили для Адлерского района -0,015, для Лазаревского -0,030, для Хостинского -0,010 и для Центрального -0,025. Показано, что число ежегодно обследуемых стационарных точек мониторинга в г.о. Сочи с 2016 по 2023 г. не уменьшалось, поэтому наблюдаемое снижение численности *Ae. albopictus*, вероятнее всего, было обусловлено своевременностью и эффективностью проводимых инсектицидных и ларвицидных обработок. Также по данным «ZikaMap» установлено, что численность комаров этого вида сохранялись на невысоком уровне в г.о Новороссийск (1,1 ± 0,3), м.о. Анапа (1,7 ± 0,6) и Туапсинском муниципальном районе (3,4 ± 0,8). Результаты мониторинга свидетельствуют, что в 2016–2023 гг. основные места размножения и лёта *Ae. albopictus* были сосредоточены на городских кладбищах (отловлено 67,8 % от общего), а также в лесопарковых зонах (31,5 %), расположенных за пределами населенных пунктов. Доля комаров, пойманных на территории ЭЗО, составила 0,7 %. Выявлено, что динамика

появления *Ae. albopictus* на ЭЗО характеризовалась тенденцией к снижению (y = -8,179x + 62,857 (R^2 = 0,383), $T_{ср}$ убыли составил -0,215). По данным «ZikaMap» установлено, что наибольшее количество (49,8 %) *Ae. albopictus* было поймано на ЭЗО г.о. Сочи (с 2020 г. не отмечается). Показано, что единичные особи комаров (до 10 экз.) с 2018 г. ежегодно регистрируются на территории ЭЗО Туапсинского муниципального района (6,2 % от общего числа отловленных в этом субъекте), в г.о. Новороссийск и м.о. Анапа было обнаружено по 2 особи в 2019 и 2021 гг. соответственно. Информация из базы данных «ZikaMap» о каждом случае регистрации завозного случая лихорадки денге и отлова *Ae. albopictus* на ЭЗО немедленно передавалась в учреждения Роспотребнадзора Краснодарского края и Республики Крым для экстренного проведения локальных дезинсекционных обработок с последующим обязательным постобработочным контролем. Также в ряде случаев были даны рекомендации по санитарному благоустройству территории для недопущения повторного появления комаров этого вида. Кроме того, сведения о выявлении *Ae. albopictus* на ЭЗО, благодаря их хранению в базе данных «ZikaMap», оперативно учитывались при проведении энтомологического мониторинга в дальнейшем.

Установлено, что распространение *Ae. albopictus* на территории Республики Крым отмечается с 2019 г. (всего было отловлено 493 особи, из них 75,1 % – в г. Ялте). При этом, на городских кладбищах было обнаружено 92,3 % от их общего числа, в лесопарковых зонах – 7,7 %. На территории ЭЗО (в радиусе 500 м от них) случаев появления комаров этого вида не отмечалось.

Результаты картографического анализа мониторинга *Ae. albopictus* с использованием «ZikaMap» свидетельствуют, что их ареал на территории Черноморского побережья Краснодарского края (2016–2022 г.) расширился на 122 км в северном и на 83 км в западном направлениях, на территории Республики Крым (2019–2023 гг.) – на 86 км в северо-восточном и на 47 км в юго-западном направлениях.

На заключительном этапе диссертационного исследования были разработаны научно-обоснованные предложения по оптимизации эпидемиологического надзора

за трансмиссивными природно-очаговыми инфекционными болезнями и последующего дифференцированного планирования надзорных и контрольных мероприятий с использованием разработанных «Прогнозной», «Уточняющей» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ, а также интернет-ресурса «Zika-Map».

Так, «Прогнозная» и «Уточняющая» модели используются в деятельности учреждений Роспотребнадзора при проведении ежегодной итоговой оценки заболеваемости КГЛ и АПЛ и планировании профилактических мероприятий. В процессе работы моделей проводится полноценный сбор, актуализация и пополнение единой базы числовых значений различных биотических, климатических и социальных факторов, прямо или опосредованно определяющих интенсивность проявлений эпидемического процесса этих КИ, оптимизируя таким образом функционирование информационной подсистемы эпидемиологического надзора. Унификация применяемых для дальнейших расчётов данных значительно повышает эффективность поэтапной передачи информационных материалов «по вертикали» и «по горизонтали». Использование моделей также непосредственно способствует оптимизации функционирования диагностической подсистемы, включающей проведение эпидемиологического прогнозирования, эпидемиологического анализа и предэпидемической диагностики. Результаты прогноза и анализа представлены по отдельным административным районам, что повышает в дальнейшем эффективность применения дифференцированного подхода при планировании мероприятий эпидемиологического контроля. Оптимизация управленческой подсистемы заключается в обеспечении возможности применения дифференцированного подхода при планировании неспецифических профилактических мероприятий с учётом результатов моделей. Так, для административных районов, на территории которых прогнозируется появление больных этими КИ, помимо выполнения комплекса противоклещевых и профилактических мероприятий согласно СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней», МУ 3.1.3.2488-09 «Организация и проведение профилактических и

противоэпидемических мероприятий против Крымской геморрагической лихорадки», МУ 3.1/4.2.4140-25 «Эпидемиологический надзор, лабораторная диагностика и профилактика клещевых риккетсиозов» рекомендуется усиление контроля за обеспечением готовности медицинского персонала и оснащения ЛПО для своевременного оказания им лечебно-диагностических мероприятий в полном объёме, а также за проведением информационно-разъяснительной работы среди населения. Применение «Уточняющих» моделей позволяет проводить итоговый анализ заболеваемости КГЛ и АПЛ с оценкой факторов, оказавших наиболее выраженное влияние на формирование эпидемиологической ситуации по этим КИ в текущем году (действие которых невозможно учесть при прогнозировании) на уровне отдельных административных районов. Полученные результаты учитываются при планировании объёмов эпизоотологического мониторинга и профилактических мероприятий при подготовке к следующему эпидемическому сезону. Так, например, получение «Ложноположительного» («Завышенного») результата в «Прогнозной» и «Уточняющей» моделях одновременно по одному и тому же району может свидетельствовать о недостаточно высоком уровне выявления больных (особенно при преобладании тяжёлых/геморрагических форм заболевания и низком числе лёгких). Рекомендуется усиление контроля за подготовкой персонала ЛПО и проведением информационно-разъяснительной работы для повышения осведомленности населения о клинических симптомах КИ и необходимости своевременного обращения за медицинской помощью при их возникновении. Одновременное получение «Ложноотрицательного» («Заниженного») результата в обеих моделях может указывать на завозной характер заболевания (или реализацию заражения при контакте с животными, привезёнными с другой административной территории) и требует подробного эпидемиологического анализа фактически выявленных случаев. Рекомендуется усиление контроля за проведением противоклещевых мероприятий и эпизоотологического мониторинга возбудителя КГЛ в административном районе.

Функционирование «ZikaMap» в режиме реального времени обеспечивает оперативное внесение результатов мониторинга комаров рода *Aedes* и сведений о

случаях заболевания лихорадкой денге, их актуализацию, а также централизованное безопасное хранение унифицированных сведений в единой базе интернет-ресурса, что способствует оптимизации информационной подсистемы эпидемиологического надзора за тропическими арбовирусными инфекционными болезнями, возбудителей которых переносят кровососущие комары. Независимый ввод всеми задействованными сотрудниками учреждений Роспотребнадзора и отображение информации одновременно через отдельные вкладки (по индивидуальному паролю) также обеспечивают оперативность и эффективность её поэтапной передачи «по вертикали» и «по горизонтали» без дополнительного документооборота. Оптимизация диагностической подсистемы заключается в обеспечении непосредственного визуального оперативного анализа данных по численности, распространению комаров рода *Aedes* (в том числе случаев обнаружения на ЭЗО) и динамики изменения границ их ареала в режиме реального времени, случаев заболевания лихорадкой денге, ретроспективной оценки сведений и проведения предэпидемической диагностики. Оптимизация управленческой подсистемы обеспечивается функционированием «ZikaMap» в режиме реального времени, способствующим оперативности принятия управленческих решений по немедленному выполнению локальных дезинсекционных обработок в каждом случае выявления больного лихорадкой денге или обнаружения *Ae. albopictus* на территории ЭЗО (или в радиусе 500 от них), а также использованию результатов картографического анализа данных мониторинга комаров учреждениями Роспотребнадзора Краснодарского края и Республики Крым при составлении (оперативной коррекции) плана и рекомендаций по энтомологическому обследованию и проведению инсектицидных (ларвицидных) мероприятий.

Таким образом, внедрение разработанных «Прогнозных», «Уточняющих» моделей и интернет-ресурса «ZikaMap» способствовало оптимизации эпидемиологического надзора за природно-очаговыми трансмиссивными инфекционными болезнями на юге России – информационной (сбор и обработка данных), диагностической (прогнозирование и анализ заболеваемости КГЛ и АПЛ,

а также оперативный мониторинг распространения комаров рода *Aedes* в режиме реального времени и случаев тропических арбовирусных лихорадок) и управленческой (реализация дифференцированного подхода при планировании и реализации контрольных мероприятий, в том числе информационно-разъяснительной работы с населением, обеспечении готовности ЛПО и медицинского персонала для своевременного выявления и лечения больных КГЛ и АПЛ, а также экстренного выполнения инсектицидных обработок при выявлении завозных случаев лихорадки денге или обнаружении *Ae. albopictus* на территории ЭЗО для предотвращения возможного осложнения эпидемиологической ситуации по тропическим арбовирусным инфекциям на территории Черноморского побережья Краснодарского края и Республики Крым).

ВЫВОДЫ

1. Динамика заболеваемости клещевыми инфекциями на юге России в период с 2014 по 2023 г. характеризовалась тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли -0,02). Интенсивность проявлений эпидемического процесса ЛЗН сохранялась на невысоком уровне (0,2 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$), с подъёмами в 2018-2019 гг. и 2023 г. Выраженную угрозу для здоровья населения региона представляют КГЛ (летальность в 2021 г. – 6,1 %, в 2022 г. – 10,2 %, в 2023 г. –7,7 %) и АПЛ, лидирующая по заболеваемости в ЮФО (1,1 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$). Регистрация завозных случаев лихорадки денге создаёт риск аутохтонного инфицирования населения вирусом денге в зонах субтропического климата Причерноморского региона, обусловленный широким распространением комаров *Ae. albopictus* на данной территории.

2. Установлено, что динамика заболеваемости КГЛ на территории выбранных модельных субъектов – Ставропольского края (0,9 ± 0,2 $^{0}/_{0000}$) и Астраханской области (0,3 ± 0,1 $^{0}/_{0000}$) в 2014–2023 гг. характеризовалась тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли -0,1 и -1 соответственно). Выявлено, что среди больных в обоих субъектах превалировали лица трудоспособного возраста от 25 до 59 лет (77,3 и 78,1 % соответственно), занимающиеся животноводческой деятельностью (47,1 и 50 % соответственно), что связано с сельскохозяйственной специализацией региона (высокой частотой контактов населения с клещами-переносчиками вируса ККГЛ при уходе за скотом).

3. Показано, что в обоих модельных субъектах наблюдались поздняя обращаемость больных КГЛ за медицинской помощью (позже трёх суток от начала заболевания – 41,6 и 43,8 % соответственно), низкая частота верных предварительных диагнозов при направлении пациентов на госпитализацию (39,6 и 37,5 %) и сроков установления диагнозов «КГЛ» у поступивших в стационар по поводу других заболеваний (в течение первых суток – 44,8 и 37,5 %). Также выявлено снижение числа провизорных госпитализаций (в Ставропольском крае до 152 в 2023 г. (при 252,8 ± 30,9 в 2014–2019 гг.) и до 2 в Астраханской области (при 74,3 ± 11,7 в 2014–2019 гг.). Это свидетельствует о недостаточной настороженности

как медицинского персонала, так и населения в отношении КГЛ и необходимости применения дифференцированного подхода при планировании профилактических мероприятий и подготовке медицинских работников.

4. Определены комплексы климатических факторов, оказывающих наиболее выраженное опосредованное действие (влияя на численность *H. marginatum*) на уровень заболеваемости КГЛ на примере модельных субъектов юга России. Наиболее значимые показатели (r= 0,8–0,9, коэффициенты информативности от 1,59 до 0,85) для Ставропольского края представлены весенне-летними значениями средней, минимальной, максимальной температуры и влажности воздуха, количества выпавших осадков, NDVI, температуры и влажности почвы предшествующего и текущего года. Перечень факторов для Астраханской области также включает зимние показатели максимальной, минимальной и средней температуры воздуха и температуры почвы (r= 0,8–0,9, информативность от 2,53 до 0,89).

5. Установлено, что динамика заболеваемости АПЛ в Астраханской области (18,2 ± 3,4 $^{0}/_{0000}$) в 2014–2023 гг. характеризовалась тенденцией к снижению ($T_{ср}$ убыли -0,1). Выявлено превалирование среди заболевших взрослого трудоспособного населения от 25 до 59 лет (51,6 %). Установленные поздняя обращаемость большинства больных за медицинской помощью (в первые трое суток – 22 %) и низкая частота лёгких клинических форм (3,6 %, с их отсутствием с 2020 г.) также свидетельствуют о недостаточной настороженности как медицинского персонала, так и населения в отношении АПЛ.

6. Определён комплекс климатических факторов, оказывающих наиболее выраженное косвенное влияние на интенсивность проявлений эпидемического процесса АПЛ в Астраханской области (r= 0,8–0,9, значения коэффициентов информативности от 2,93 до 0,95.) Установлено, что уровень заболеваемости этой клещевой инфекцией в наибольшей степени зависит от среднемесячных показателей NDVI, температуры и влажности почвы, количества выпавших осадков, температуры (максимальной, минимальной и средней) и влажности

воздуха весенне-летних и осенних месяцев предшествующего и текущего года, влияющих на различные стадии жизненного цикла *R. pumilio*.

7. Разработанные «Прогнозные» модели динамики заболеваемости КГЛ позволяют составлять краткосрочный количественный эпидемиологический прогноз (по отдельным муниципальным районам и городским округам) для Ставропольского края с точностью 85,6 %, для Астраханской области – 77,1 % (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19). Созданные «Уточняющие» модели» позволяют проводить анализ эпидемиологической ситуации (учитывающий результаты прогнозирования и влияние факторов текущего года) для Ставропольского края с точностью 82,6 %, для Астраханской области – 74,2 % (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19).

8. Разработанные «Прогнозные» модели динамики заболеваемости АПЛ позволяют осуществлять краткосрочное количественное прогнозирование интенсивности проявлений эпидемического процесса (по отдельным административным районам) для Астраханской области с точностью 79,2 % (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19). «Уточняющие модели» служат основой для анализа заболеваемости (учитывающего результаты прогноза и влияние факторов текущего эпидемического сезона) с точностью 77,2 % (без учёта результатов, полученных в период пандемии COVID-19).

9. Разработка и применение интернет-ресурса «ZikaMap» обеспечили оперативный контроль обнаружения комаров-переносчиков арбовирусов на территории ЭЗО для последующего немедленного выполнения при их выявлении (а также при регистрации завозных случаев лихорадки денге) локальных дезинсекционных обработок, проведение анализа мониторинга *Ae. albopictus* и динамики изменения границ их ареала в режиме реального времени. Установлено, что ареал *Ae. albopictus* на территории Черноморского побережья Краснодарского края (2016–2022 г.) расширился на 122 км в северном и на 83 км в западном направлениях, на территории Республики Крым (2019–2023 гг.) – на 86 км в северо-

восточном и на 47 км в юго-западном направлениях. Границы распространения комаров этого вида в Причерноморском регионе в 2024 г. соответствовали 2023 г.

10. Внедрение разработанных «Прогнозных», «Уточняющих» моделей и интернет-ресурса «ZikaMap» способствовало оптимизации подсистем эпидемиологического надзора за природно-очаговыми трансмиссивными инфекциями на юге России – информационной (сбор и обработка данных), диагностической (прогнозирование и анализ заболеваемости КГЛ и АПЛ, оперативный мониторинг распространения комаров рода *Aedes* и случаев заболевания тропическими арбовирусными лихорадками) и управленческой (реализация дифференцированного подхода при планировании и проведении профилактических мероприятий).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ «ПРОГНОЗНЫХ» И «УТОЧНЯЮЩИХ» МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КГЛ И АПЛ

При подготовке к эпидемическому сезону рекомендуется продолжить применение «Прогнозных» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ с целью определения приоритетной направленности проводимых профилактических мероприятий по каждому муниципальному району и городскому округу:

1. при отрицательных результатах прогноза появления больных для административных районов, на территории которых ранее отмечались единичные случаи заболевания людей (или были выявлены маркеры возбудителя при исследовании полевого материала), с целью поддержания эпидемиологического благополучия рекомендуется выполнение комплекса противоклещевых и профилактических мероприятий согласно СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней», МУ 3.1.3.2488–09 «Организация и проведение профилактических и противоэпидемических мероприятий против Крымской геморрагической лихорадки» и МУ 3.1/4.2.4140-25 «Эпидемиологический надзор, лабораторная диагностика и профилактика клещевых риккетсиозов»;

2. для административных районов, на территории которых прогнозируется появление больных, в дополнение к вышеуказанным мероприятиям рекомендуется усиление контроля за:

– организацией и проведением подготовки медицинских работников с целью повышения насторожённости в отношении КГЛ и АПЛ и обеспечения своевременного выявления больных или лиц с подозрением на данные заболевания;

– обеспечением готовности медицинских учреждений к приёму больных и созданием резерва диагностических и лекарственных препаратов;

– проведением информационно-разъяснительной работы среди населения и инструктажей с группами риска (лицами, профессиональная деятельность которых связана с животноводством или сельскохозяйственными работами, а также уходом

за сторожевыми собаками) о мерах профилактики КГЛ и АПЛ.

При проведении итогового анализа эпидемиологической ситуации в текущем сезоне рекомендуется сравнение по каждому району полученных данных «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости КГЛ и АПЛ с результатами «Прогнозных» моделей и фактически зарегистрированными показателями заболеваемости:

– при получении «Ложноположительного» / «Завышенного» результатов в обеих моделях по одному и тому же району рекомендуется обратить внимание на уровень выявления больных (особенно при преобладании тяжёлых/геморрагических форм заболевания и низком числе лёгких). Рекомендуется усиление контроля за подготовкой медицинских работников и проведением информационно-разъяснительной работы среди населения;

– одновременное получение «Ложноотрицательного» / «Заниженного» результата может указывать на завозной характер заболевания (или реализацию заражения при контакте с животными, привезёнными с другой административной территории) и требует подробного эпидемиологического анализа фактически выявленных случаев. Рекомендуется усиление контроля за проведением противоклещевых мероприятий.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСА «ZIKAMAP» ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕГУЛЯЦИИ ЧИСЛЕННОСТИ КОМАРОВ-ПЕРЕНОСЧИКОВ АРБОВИРУСОВ

Сведения о результатах мониторинга комаров в базу данных интернет-ресурса «ZikaMap» вносить еженедельно (согласно установленным графикам):

– при обнаружении комаров *Ae. albopictus* на расстоянии до 500 м от ЭЗО экстренно корректировать планы дезинсекционных мероприятий (контроль осуществлять еженедельно);

– ежегодно актуализировать планы энтомологического мониторинга и инсектицидных обработок на административных территориях Краснодарского края и Республики Крым с учётом результатов проведённого картографического анализа. Уделять особое внимание обследованию стационарных точек, расположенных в радиусе до 500 м от ЭЗО, где были ранее выявлены хотя бы единичные особи комаров рода *Aedes*;

– учитывать метеорологические условия при выполнении противокомариных мероприятий, оперативно корректируя их план в случае необходимости (например, ларвицидные обработки мелких стационарных водоёмов с твёрдыми стенками проводить через 3-4 дня после дождей, при наличии вновь появившихся личинок комаров);

– в закрытых стациях инсектицидные и ларвицидные обработки проводить по показаниям (на основании результатов энтомологического обследования, внесённых в базу данных «ZikaMap»).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Разработка «Прогнозных» и «Уточняющих» моделей динамики заболеваемости КГЛ для других, эндемичных по этой ПОИ, субъектов юга России – Ростовской области, Республик Калмыкия и Дагестан.

2. Создание подобных моделей для других актуальных для юга России КИ (ИКБ, марсельской лихорадки).

3. Использование интернет-ресурса «Zika-Map» для оперативного анализа результатов энтомологического мониторинга комаров родов *Aedes* и *Anopheles* в районах Краснодарского края, расположенных за пределами Причерноморского региона, и других субъектах юга России (Республика Адыгея, Ставропольский край, Республика Дагестан) с подходящими климатическими условиями для их распространения.

4. Создание на основе «ZikaMap» расширенного геопортала «Z-Map» – для научно-обоснованной оптимизации подходов к оценке эпидемического потенциала природных очагов КИ и зоонозных инфекций на энзоотичной территории ЮФО и СКФО в режиме реального времени.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АПЛ	Астраханская пятнистая лихорадка
вирус ККГЛ	вирус Крымской-Конго геморрагической лихорадки
вирус КЭ	вирус клещевого энцефалита
ГАЧ	гранулоцитарный анаплазмоз человека
г.о.	городской округ
ИФА	иммуноферментный анализ
ДФО	Дальневосточный федеральный округ
ИК	коэффициент информативности
ИКБ	иксодовый клещевой боррелиоз
ИП	интенсивный показатель
КВЭ	клещевой вирусный энцефалит
КИ	клещевые инфекции
КГЛ	Крымская геморрагическая лихорадка
КПЛ	клещевая пятнистая лихорадка
ЛЗН	лихорадка Западного Нила
ЛПО	лечебно-профилактическая организация
м.о.	муниципальный округ
МЭЧ	моноцитарный эрлихиоз человека
ОРВИ	острая респираторная вирусная инфекция
ПК	прогностический коэффициент
ПОИ	природно-очаговые инфекции
ПФО	Приволжский федеральный округ
ПЦР	полимеразная цепная реакция
РНК	рибонуклеиновая кислота
РФ	Российская Федерация
СЗФО	Северо-западный федеральный округ

СКТ	сибирский клещевой тиф
СКФО	Северо-Кавказский федеральный округ
СУБД	система управления базами данных
СФО	Сибирский федеральный округ
УФО	Уральский федеральный округ
ЮФО	Южный федеральный округ
ЭЗО	эпидемиологически значимые объекты
ЦНС	центральная нервная система
ЦФО	Центральный федеральный округ
NDVI	нормализованный вегетационный индекс (Normalized difference vegetation index)

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агабекян, Р. Л. Исследование особенностей миграционных процессов в Краснодарском крае в современных условиях / Р. Л. Агабекян // Вестник Академии знаний. – 2023. – № 1(54). – С. 17-21.

2. Актуальные проблемы эпидемиологического надзора за лихорадкой Западного Нила в России и пути его совершенствования / С. К. Удовиченко, Е. В. Путинцева, Е. А. Гусев, А. В. Топорков // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2024. – Т. 23, № 5. – С. 13-23.

3. Анализ динамики заболеваемости клещевым энцефалитом и количества обратившихся в медицинские организации по поводу присасывания клещей на Европейском Севере России / А. А. Тронин, Н. К. Токаревич, Р. В. Бузинов [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2023. – № 3. – С. 132-140.

4. Анализ заболеваемости риккетсиозами в Республике Алтай / Н. В. Лукьяненко, С. В. Широкоступ, А. В. Тимонин, Е. А. Бобровский // Журнал инфектологии. – 2020. – Т. 12, № 2 S1. – С. 76-77.

5. Анализ структуры заболеваемости иксодовыми клещевыми боррелиозами в Российской Федерации в 2023 году / О. Е. Теслова, Н. Е. Муталинова, С. А. Рудакова [и др.] // Журнал инфектологии. – 2024. – Т. 16, № 2, S2. – С. 116-117.

6. Анализ факторов, влияющих на заболеваемость клещевым энцефалитом, с использованием логико-вероятностных и корреляционно-регрессионных моделей / В. Б. Бериков, Г. С. Лбов, Г. Л. Полякова [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2011. – № 6(61). – С. 25-34.

7. Анализ эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2020 г. и прогноз на 2021 г. / А. С. Волынкина, О. В. Малецкая, О. Н. Скударева [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2021. – № 1. – С. 17-22.

8. Атлас распространения возбудителей природноочаговых вирусных инфекций на территории Российской Федерации / Д. К. Львов, П. Г. Дерябин,

В. А. Аристова [и др.]. – Москва: Научно-практический центр традиционной медицины Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2001. – 192 с.

9. Атлас распространения особо опасных инфекций в Республике Казахстан / Б. Б. Атшабар, Л. А. Бурделов, З. Ж. Абделиев [и др.] – Алматы, 2012. – 232 с.

10. Атлас распространения природно-очаговых инфекций в городе-курорте Сочи / под ред. О. В. Семенко. – Ставрополь, 2014. – 18 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.snipchi.ru/updoc/ATLAS SOCHI.pdf (дата обращения: 24.06.2024)

11. Балашов, Ю. С. Иксодовые клещи – паразиты и переносчики инфекций / Ю. С. Балашов. – СПб.: Наука,1998. – 287 с.

12. Бароян, О. В. Математика и эпидемиология / О. В. Бароян, Л. А. Рвачев. – М.: «Знание», 1977. – 63 с.

13. Бега, А. Г. Подходы к прогнозированию распространения инвазивного вида комаров *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) на территории юга Европейской части России / А. Г. Бега, А. В. Москаев, М. И. Гордеев // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2019. – № 3. – С. 67-76.

14. Бега, А. Г. Распространение, экология и генетическая изменчивость комаров подрода *Stegomyia* в Российской Федерации: дисс. … канд. биол. наук: 1.5.7, 1.5.15 / Бега Анна Геннадьевна. – М., 2023. – 155 с.

15. Бега, А. Г. Экология и распространение инвазивного вида комаров *Aedes albopictus* (*Skuse*, 1895) на юге европейской части России / А. Г. Бега, А. В. Москаев, М. И. Гордеев // Российский журнал биологических инвазий. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 27-37.

16. Бейли, Н. Математика в биологии и медицине / Н. Бейли. – М.: МИР, 1970. – С. 326.

17. Беляков, В. Д. Эпидемиология / В. Д. Беляков, Р. Х. Яфаев. – М.: Медицина, 1989. – 402 с.

18. Беляков, В. Д. Эпидемиологический надзор – основа современной организации противоэпидемической работы / В. Д. Беляков // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 1985. – № 4. – С. 53-58

19. Боев, Б. В. Современные этапы математического моделирования процессов развития и распространения инфекционных заболеваний / Б. В. Боев // Эпидемиологическая кибернетика: модели, информация, эксперименты. – М., 1991. – С. 6-13.

20. Болотин, Е. И. Некоторые аспекты и перспективы факторного прогнозирования эпидемического проявления очагов клещевого энцефалита на основе многомерного анализа временных рядов / Е. И. Болотин, Г. Ш. Цициашвили, И. В. Голычева // Паразитология. – 2002. – Т. 36, № 2. – С. 89-95.

21. Болотин, Е. И. О функциональной организации природных очагов клещевого энцефалита и прогнозе их эпидемического проявления: анализ одномерных временных рядов заболеваемости / Е. И. Болотин // Паразитология. – 2001. – Т. 35, № 5. – С. 386-393.

22. Большев, Л. Н. Изучение эпидемического процесса при клещевом энцефалите. 2. Математическая модель / Л. Н. Большев, Л. Г. Гольдфарб // Вопросы эпидемиологии и профилактики клещевого энцефалита. – М., 1970. – С. 154-170.

23. Большев, Л. Н. Изучение эпидемического процесса при клещевом энцефалите. 3. Вычисление вероятности заболевания / Л. Н. Большев, Л. Г. Гольдфарб, Ю. И. Круопис // Вопросы эпидемиологии и профилактики клещевого энцефалита. – М., 1970. – С. 171-178.

24. Брико, Н. И. Парадигма современной эпидемиологии / Н. И. Брико // Журнал МедиАль. – 2014. – № 3(13). – С. 8-36.

25. Бутенко, А. М. Крымская геморрагическая лихорадка / А. М. Бутенко, Е. В. Лещинская, Д. К. Львов // Вестник РАМН. – 2002. – Т. 2, № 2. – С. 41-49.

26. Бутенко, А. М. Лихорадка Западного Нила / А. М. Бутенко, Е. В. Лещинская, Д. К. Львов // Эволюция инфекционных болезней в XX веке. – М.: Медицина, 2003. – С. 404-411.

27. Бутенко, А. М. Крымская геморрагическая лихорадка / А. М. Бутенко // РЭТ-ИНФО. – 2005. – № 3. – С. 45-48.

28. Бутенко, А. М. Заболеваемость Крымской геморрагической лихорадкой в странах Европы, Африки и Азии (1943–2012 гг.) / А. М. Бутенко, И. Н. Трусова // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2013. – № 5. – С. 46-48.

29. Василенко, Н. Ф. Изучение распространения возбудителя Крымской геморрагической лихорадки в отдельных регионах юга России / Н. Ф. Василенко // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2005. – № 4, приложение. – С. 23-27.

30. Василькова, В. В. Диагностика и прогнозирование тяжелого течения и осложнений Астраханской пятнистой лихорадки и коксиеллеза на современном этапе: автореф. дис. ... докт. мед. наук: 3.1.22 / Василькова Вера Владимировна. – Москва, 2023. – 48 с.

31. Веригина, Е. В. Оптимизация информационно-аналитического обеспечения надзора за инфекциями, передающимися клещами, на территории Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.02 / Веригина Евгения Витальевна. – М., 2017. – 26 с.

32. Вирусные инфекции, переносимые комарами - риски возникновения аутохтонных случаев заболевания в Краснодарском крае (систематический обзор) / С. В. Леншин, И. В. Патраман, С. В. Альховский, О. И. Вышемирский // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2021. – Т. 20, № 3. – С. 129-138.

33. Влияние биологических и социальных факторов риска на заболеваемость клещевым вирусным энцефалитом в ряде субъектов Уральского федерального округа / В. А. Мищенко, И. А. Кшнясев, Ю. А. Захарова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 129-138

34. Влияние природно-климатических факторов на эпидемиологическую ситуацию по природно-очаговым инфекциям / Д. А. Прислегина, В. М. Дубянский,

А. Е. Платонов, О. В. Малецкая // Инфекция и иммунитет. – 2021. – Т. 11, № 5. – С. 820-836.

35. Галюков, И. А. Прогнозирование основных показателей клещевого энцефалита и лайм-боррелиоза: стратегия и тактика профилактики на Южном Урале и Зауралье / И. А. Галюков // Медицинская наука и образование Урала. – 2010. – Т. 11, № 1(61). – С. 101-105.

36. Геоинформационные технологии в эпидемиологии – актуальное научное направление деятельности ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной / М. В. Вьюшков, Н. Н. Зайцева, Е. И. Ефимов [и др.] // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2021. – № 4(337). – С. 31-42.

37. ГИС «Холера-интернет» - использование современных интернет-технологий в эпидемиологической практике / А. С. Водопьянов, С. О. Водопьянов, Б. Н. Мишанькин, И. П. Олейников // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2016. – № 12(285). – С. 36-39.

38. Горовенко, М. В. Актуальные трансмиссивные природно-очаговые инфекции Крыма / М. В. Горовенко, И. З. Каримов // Инфекция и иммунитет. – 2016. – Т. 6, № 1. – С. 25-32.

39. Громашевский, Л. В. Общая эпидемиология / Л. В. Громашевский. – М.: Медицина, 1965. – 290 с.

40. Гублер, Е. В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов / Е. В. Гублер. – Л.: Медицина, 1978. – 294 с.

41. Гублер, Е. В. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях / Е. В. Гублер, А. А. Генкин. – Л.: Медицина, 1973. – 141 с.

42. Девятков, М. Ю. Значение акарицидных обработок в профилактике клещевого энцефалита / М. Ю. Девятков, И. В. Фельдблюм, Л. Я. Горбань // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2006. – № 1. – С. 32-36.

43. Денисов, А. А. Фауна, экология, биология клещей семейства ixodidae и их роль в эпизоотологии инфекционных болезней в Нижнем Поволжье Российской

Федерации: автореферат дис. ... канд. биол. наук: 03.00.19, 16.00.03 / Денисов, Андрей Александрович. – Иваново, 2005. – 21 с.

44. Дифференциация эндемичных территорий по уровням заболеваемости клещевыми трансмиссивными инфекциями как основа выбора стратегии и тактики профилактики / Н. В. Рудаков, Н. А. Пеньевская, Д. А. Савельев [и др.] // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2019. – № 12(321). – С. 56-61.

45. Дубянский В. М. Риск-ориентированная модель прогнозирования эпидемиологической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке (на примере Ставропольского края) / В.М. Дубянский, Д.А. Прислегина, А.Н. Куличенко // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 1. – С. 13-21.

46. Дубянский, В. М. «Объясняющие» модели заболеваемости клещевыми инфекциями (на примере Астраханской риккетсиозной и Крымской-Конго геморрагической лихорадок) / В. М. Дубянский, Д. А. Прислегина, А. Е. Платонов // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2023. – Т. 100, № 1. – С. 34-45.

47. Дубянский, В. М. Прогнозирование заболеваемости Крымской геморрагической лихорадкой на основе данных спутникового мониторинга (дистанционного зондирования Земли из космоса) на примере Ставропольского края / В. М. Дубянский, Д. А. Прислегина, А. Е. Платонов // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2022. – Т. 99, № 3. – С. 322-335.

48. Дубянский, В. М. Опыт системного анализа динамики весенней численности большой песчанки в Центральных Кызылкумах: автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.08 / Дубянский Владимир Маркович. – Алматы, 2007. – 22 с.

49. Евстегнеева, В. А. К вопросу о математических методах прогнозирования заболеваемости природно-очаговыми инфекциями / В. А. Евстегнеева // Вестник новых медицинских технологий. – 2014. – № 1. – С. 1-10.

50. Емельянова, А. Н. Клинико-эпидемиологические особенности иксодового клещевого боррелиоза в Забайкальском крае / А. Н. Емельянова, Л. Б.

Кижло // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2012. – Т. 112, № 5. – С. 103-105.

51. Ермаков, А. В. Совершенствование эпидемиологического надзора за трансмиссивными природно-очаговыми инфекциями в регионе Кавказских Минеральных Вод: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.02 / Ермаков Александр Викторович. – Ставрополь, 2013. – 22 с.

52. Ерок, А. Д. Ретроспективный анализ миграции населения Краснодарского края / А. Д. Ерок, В. С. Ткаченко // Молодой ученый. – 2021. – № 51(393). – С. 316-321.

53. Ершов, В. И. Опыт разработки и ведения ГИС «Электронный эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа» / В. И. Ершов, Е. И. Ефимов, Г. Г. Побединский // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2019. – № 8(317). – С. 11-19.

54. Ефимов, В. В. Математическое моделирование заболеваемости клещевым энцефалитом в Тюменской области / В. В. Ефимов, Л. Б. Козлов // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 12 – С. 55-56.

55. Злобин, В. И. Клещевой энцефалит в Российской Федерации: современное состояние проблемы и стратегия профилактики / В. И. Злобин // Вопросы вирусологии. – 2005. – Т. 50, № 3. – С. 26-31.

56. Злобин, В. И. Эпидемиологическая обстановка и проблемы профилактики клещевого энцефалита в Российской Федерации / В. И. Злобин // Прикладная энтомология. – 2010. – № 1. – С. 14-21.

57. Иксодовые клещи - резервуар возбудителей инфекционных и инвазионных болезней на территории Ставропольского края / Ю. М. Тохов, И. В. Чумакова, С. Н. Луцук [и др.] // Вестник ветеринарии. – 2013. – № 2(65). – С. 19-21.

58. Иксодовые клещи Ростовской области: биоразнообразие, распространение, эпидемиологическое значение / И. В. Дворцова, Г. Т. Айдинов, Э. А. Москвитина, М. М. Швагер [и др.] // Пест-Менеджмент. – 2015. – № 1(93). – С. 26-33.

59. Инфекции, передаваемые клещами в Сибирском регионе / отв. ред. В.В. Власов, В.Е. Репин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 397 с.

60. Информационное письмо «Природно-очаговые инфекции, возбудителей которых передают иксодовые клещи, и их неспецифическая профилактика в Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2019 г.)» / Н. В. Шестопалов, Н. И. Шашина, О. М. Германт [и др.] // Дезинфекционное дело. – 2019. – № 1(107). – С. 37-44.

61. Информационное письмо «Природно-очаговые инфекции, возбудителей которых передают иксодовые клещи, и их неспецифическая профилактика в Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2020 г.)» / Н. В. Шестопалов, Н. И. Шашина, О. М. Германт [и др.] // Дезинфекционное дело. – 2020. – № 1(111). – С. 61-67.

62. Информационное письмо «Природно-очаговые инфекции, возбудителей которых передают иксодовые клещи, и их неспецифическая профилактика в Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2021 г.)» / Т. В. Гололобова, Н. И. Шашина, О. М. Германт [и др.] // Дезинфекционное дело. – 2021. – № 1(115). – С. 48-54.

63. Информационное письмо «Природно-очаговые инфекции, возбудителей которых передают иксодовые клещи, и их неспецифическая профилактика в Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2022 г.)» / О. М. Германт, М. Б. Ахметшина, В. А. Царенко, Е. В. Веригина // Дезинфекционное дело. – 2022. – № 1(119). – С. 37-44

64. Использование географической информационной системы в эпидемиологическом надзоре на примере арбовирусных инфекций / К. В. Жуков, С. К. Удовиченко, Д. Н. Никитин [и др.] // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. – 2021. – Т. 10, № 2(37). – С. 16-24

65. К вопросу о северной границе распространения Ixodes persulcatus (Acari: Ixodidae) в Карелии / С. В. Бугмырин, Л. Е. Назарова, Л. А. Беспятова, Е. П. Иешко // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2013. – № 2. – С. 240-244.

66. Келлер, А. А. Руководство по медицинской географии / А. А. Келлер, О. П. Щепина, А. В. Чаклин. – СПб.: Гиппократ, 1993. – 352 с.

67. Клещевой вирусный энцефалит в Российской Федерации: особенности эпидемического процесса в период устойчивого спада заболеваемости, эпидемиологическая ситуация в 2016 г., прогноз на 2017 г. / А. К. Носков, А. Я. Никитин, Е. И. Андаев [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2017. – № 1. – С. 37-43.

68. Клещевой риккетсиоз и риккетсии группы клещевой пятнистой лихорадки в России / Н. В. Рудаков, С. Н. Шпынов, И. Е. Самойленко, А. С. Оберт. – Омск: ООО «Издательский центр «Омский научный вестник», 2011. – 231 с.

69. Клещевой энцефалит в XXI веке / Под ред. академика РАН В. И. Злобина. – Москва: Наука, 2021. – 471 с.

70. Клещевые трансмиссивные инфекции на юге России: современная эпидемиологическая ситуация, новый подход к построению прогнозных и объясняющих моделей заболеваемости (на примере Астраханской риккетсиозной и Крымской геморрагической лихорадок) / Д.А. Прислегина, О.В. Малецкая, В.М. Дубянский [и др.] // Инфекция и иммунитет. – 2023.– Т. 13, № 3. – С. 535-548

71. Климатозависимые заболевания и членистоногие переносчики: возможное влияние наблюдаемого на территории России изменения климата / В. В. Ясюкевич, С. Н. Титкина, И. О. Попов [и др.] // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2013. – Т. 25. – С. 314-359.

72. Клинико-эпидемиологическая характеристика завозной тропической лихорадки денге / В. В. Нечаев, И. И. Яровая, Г. В. Каченя [и др.] // Журнал инфектологии. – 2021. – Т. 13, № 1. – С. 78-85.

73. Клинико-эпидемиологические особенности иксодовых клещевых боррелиозов в Забайкальском крае / А. К. Носков, Ю. Н. Трушина, А. О. Туранов [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2014. – № 4. – С. 25-28.

74. Колесин, И. Д. Математические модели эпидемий: учебное пособие / И. Д. Колесин, Е. М. Житкова. – СПб.: НИИ Физики СПбГУ, 2004. – 92 с.

75. Колясникова, Н. М. Совершенствование эпидемиологического надзора за клещевым энцефалитом и бактериальными инфекциями, передающимися иксодовыми клещами: автореф. дис. ... докт. мед. наук: 3.2.2, 1.5.10. / Колясникова Надежда Михайловна. – М., 2023. – 48 с.

76. Колясникова, Н. М. Современное состояние проблемы клещевого энцефалита в России и мире / Н. М. Колясникова, А. А. Ишмухаметов, В. Г. Акимкин // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2023. – Т. 22, № 1. – С. 104-123.

77. Кондратьев, М. А. Методы прогнозирования и модели распространения заболеваний / М. А. Кондратьев // Компьютерные исследования и моделирование. – 2013. – Т. 5, № 5. – С. 863-882.

78. Конева, И. В. Карта «Нозоэкосистемы Азиатской России» / И. В. Конева, А. Р. Батуев, Д. А. Лопаткин // Известия Иркутского государственного университета.Серия: Науки о Земле. – 2011. – Т. 4, № 1. – С. 119-134

79. Конькова-Рейдман, А. Б. Специфическая и неспецифическая профилактика клещевого энцефалита и иксодовых клещевых боррелиозов на Южном Урале / А. Б. Конькова-Рейдман, В. И. Злобин // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2012. – Т. 111, № 4. – С. 71-74.

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

81. Коренберг, Э. И. Юбилей теории академика Е.Н. Павловского о природной очаговости болезней (1939 - 2014 гг.) / Э. И. Коренберг // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2015. – Т. 14, № 1(80). – С. 9-16.

82. Коренберг, Э. И. Пути совершенствования эпидемиологического надзора за природноочаговыми инфекциями / Э. И. Коренберг // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2016. – Т. 15, № 6(91). – С. 18-29.

83. Коренберг, Э. И. Проблема прогнозирования эпидемического проявления природных очагов болезней человека / Э. И. Коренберг, Е. В. Юркова // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1983. – № 3. – С. 3-10.

84. Коротков, Ю. С. Роль климатических факторов в многолетней динамике заболеваемости населения г. Иркутска клещевым энцефалитом / Ю. С. Коротков, А. Н. Никитин, А. М. Антонова // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2007. – № 3 (55). – С. 121-125.

85. Котти, Б.К. Переносчики возбудители природно-очаговых болезней на Северном Кавказе / Б.К. Котти // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2005. – № 4, приложение. – С. 102-108

86. Котти, Б.К. Распространение иксодового клеща *Hyalomma marginatum Koch* (*Acari: Ixodidae*) в Ставропольском крае / Б. К. Котти, И. Н. Заикина, М. В. Жильцова // Наука. Инновации. Технологии. – 2017. – № 3. – С. 161-174.

87. Красиков, А. П. Риккетсиозы, коксиеллёз и анаплазмозы человека и животных: монография / А. П. Красиков, Н. В. Рудаков. – Омск: ООО ИЦ «Омский научный вестник», 2013. – 280 с.

88. Крымская геморрагическая лихорадка / под ред. Г. Г. Онищенко, А. Н. Куличенко. – Воронеж: Фаворит, 2018. – 288 с.

89. Крымская геморрагическая лихорадка в Ставропольском крае: современные клинико-эпидемиологические аспекты и новый подход к прогнозированию заболеваемости / Д.А. Прислегина, В.М. Дубянский, О.В. Малецкая [и др.] // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. – 2018. – № 3. – С. 49–56.

90. Кузьменков, А. Ю. Практика использования медицинской картографии в историческом аспекте / А. Ю. Кузьменков, В. М. Остапенко, Р. С. Козлов // История медицины. – 2018. – Т. 5, № 1. – С. 104-111.

91. Куличенко, А. Н. Крымская геморрагическая лихорадка: климатические предпосылки изменений активности природного очага на юге Российской Федерации / А. Н. Куличенко, Д. А. Прислегина // Инфекция и иммунитет. – 2019. – Т. 9, № 1. – С. 162-172.

92. Кумпан, Л. В. Этапы развития и прогноз заболеваемости Сибирским клещевым тифом в РФ / Л. В. Кумпан, А. И. Блох, Н. В. Рудаков // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2024. – Т. 29, № 4. – С. 249-253.

93. Курепина, Н. Ю. Использование ГИС с целью минимизации риска заражения населения Алтайского края природноочаговыми болезнями / Н. Ю. Курепина // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4-2. – С. 38-42.

94. Леонова, Г. Н. Клещевой энцефалит: актуальные аспекты / Г. Н. Леонова. – Москва: И. В. Балабанов, 2009. – 168 с.

95. Лихорадка денге в Хабаровском крае / И. А. Кравченко, Т. Е. Макарова, И. В. Архипочкина [и др.] // Здравоохранение Дальнего Востока. – 2019. – № 2(80). – С. 32-34.

96. Лихорадка денге с летальным исходом / А. П. Надеев, Ю. Г. Мальцева, Е. Ю. Шишкина [и др.] // Архив патологии. – 2020. – Т. 82, № 1. – С. 52-55.

97. Лихорадка Денге у детей / Н. Н. Зверева, В. Ф. Ларичев, М. А. Сайфуллин [и др.] // Детские инфекции. – 2014. – Т. 13, № 4. – С. 56-59

98. Лихорадка денге: краткий обзор литературы и клинический случай / В. И. Старостина, Г. Р. Латыпова, Я. Я. Тарасова [и др.] // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2024. – № 46(46). – С. 69-75.

99. Лихорадка Западного Нила в Российской Федерации в 2022 г., прогноз заболеваемости на 2023 г. / Е. В. Путинцева, С. К. Удовиченко, Д. Н. Никитин [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2023. – № 1. – С. 75-84

100. Лихорадка Западного Нила на территории Московской агломерации / Е. А. Климова, Г. Н. Кареткина, А. К. Шакарян [и др.] // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. – 2021. – Т. 10, № 4(39). – С. 13-21.

101. Лихорадка Западного Нила: анализ эпидемиологической ситуации в Российской Федерации в 2023 г., прогноз на 2024 г. / Е. В. Путинцева, С. К. Удовиченко, Д. Н. Никитин [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2024. – № 1. – С. 89-101.

102. Лихорадка Западного Нила: результаты мониторинга за возбудителем в 2021 г. в Российской Федерации, прогноз заболеваемости на 2022 г. / Е. В. Путинцева, С. К. Удовиченко, Д. Н. Никитин [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2022. – № 1. – С. 43-53

103. Лихорадка Зика: состояние проблемы на современном этапе / А. Ю. Попова, Е. Б. Ежлова, Ю. В. Демина [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2016. – № 1. – С. 5-12.

104. Лукачева, В. С. Клинический случай семейного заражения завозной лихорадкой Денге / В. С. Лукачева // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2019. – № 1(42). – С. 171-172.

105. Лямкин, В. Ф. Медико-географические исследования и геоботанические карты / В. Ф. Лямкин, Б. Б. Прохоров // Геоботаническое картографирование. – 1970. – № 1970. – С. 30-50.

106. Мамина, Д. А. Краснодарский край как привлекательный для миграции регион / Д. А. Мамина // Анализ миграционных процессов и их социальная составляющая в субъектах Российской Федерации. – Москва; Нижний Новгород; Ростов-на-Дону: Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской академии наук, 2021. – С. 56-67.

107. Манаев, Э. Ф. Функционал ГИС MapInfo в составлении тематических карт / Э. Ф. Манаев, И. Р. Вильданов // Научно-исследовательские публикации. – 2015. – № 3(23). – С. 101-105.

108. Марков, В. И. Лихорадка денге / В. И. Марков // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. – 2015. – № 3(12). – С. 40-43.

109. Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни». 2-е издание, исправленное и дополненное / Т. В. Ватлина, Т. В. Котова, С. М. Малхазова [и др.]. – М.: Географический факультет МГУ, 2017. – 216 с.

110. Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни»: Научно-справочное издание / Т. В. Ватлина, Т. В. Котова, С. М. Малхазова [и др.]. – Москва: Географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, 2015. – 208 с.

111. Мельникова, О. В. Применение ГИС-технологий для анализа заболеваемости трансмиссивными клещевыми инфекциями (на примере города Иркутска) / О. В. Мельникова, С. И. Лесных, Е. И. Андаев // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2014. – № 12(261). – С. 43-45.

112. Мероприятия по регуляции численности комаров *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus* в г. Сочи в 2016 г., результаты и пути совершенствования / А. Ю. Попова, А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2017. – № 4. – С. 66-71.

113. Методология ретроспективного и оперативного анализа заболеваемости в ГИС «Эпидемиологический атлас России» / Г. Г. Побединский, Е. И. Ефимов, С. А. Сарсков, М. В. Вьюшков // Пространственные данные: наука и технологии. – 2022. – № 13. – С. 74-94.

114. Михеева, И. В. Труды Б.Л. Черкасского - методологическая основа системы управления эпидемическим процессом / И. В. Михеева // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2007. – № 3(34). – С. 45-46.

115. Многолетняя динамика и интенсивность эпидемического процесса сибирского клещевого тифа в федеральных округах и субъектах Российской Федерации в период 2002-2018 гг / С. В. Штрек, Н. В. Рудаков, Н. А. Пеньевская [и др.] // Фундаментальная и клиническая медицина. – 2019. – Т. 4, № 3. – С. 68-76.

116. Монастырский, М. В. Влияние изменения климата на заболеваемость лихорадкой Западного Нила и расширение ареала вируса Западного Нила на территории Российской Федерации / М. В. Монастырский, Ю. В. Демина // Медицинский алфавит. – 2022. – № 14. – С. 45-49.

117. Мониторинг за комарами - переносчиками опасных арбовирусов на основе использования интернет-ресурса ZikaMap / Д.А. Прислегина, О. В. Малецкая, В. М. Дубянский [и др.] // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2023. – Т. 31, № 7. – С. 75-82.

118. Наумов, Р. Л. О прогнозах при клещевом энцефалите / Р. Л. Наумов // Паразитология. – 1983. – № 5. – С. 337-346.

119. Нафикова, А. Р. Возможности геоинформационной системы QUANTUM GIS / А. Р. Нафикова, Р. И. Габбасова, А. Р. Рахимова // Интеграция наук. – 2018. – № 5(20). – С. 66-67.

120. Никитин, А. Я. Эпидемиологическое прогнозирование как превентивный способ повышения адресности мер профилактики клещевого

энцефалита в субъектах Российской Федерации / А. Я. Никитин, Е. И. Андаев // Пест-Менеджмент. – 2022. – № 2(122). – С. 15-18.

121. Никитин, Д. Н. Совершенствование методического обеспечения мониторинга за возбудителем лихорадки Западного Нила (на модели Волгоградской области): дисс. … канд. мед. наук: 3.2.2. / Никитин Дмитрий Николаевич. – Волгоград, 2023. – 192 с.

122. Новые возможности ГИС «Панорама» / С. Г. Дышленко, А. Г. Демиденко, В. Я. Цветков, В. А. Железняков // Кадастр недвижимости. – 2010. – № 3. – С. 101-103.

123. Новый генетический вариант вируса Крымской-Конго геморрагической лихорадки, выявленный в Крыму / А. Н. Куличенко, А. С. Волынкина, Е. С. Котенев [и др.] // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 2016. – Т. 34, № 2. – С. 76-80.

124. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Москва: 2018. – 268 с.

125. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Москва: 2019. – 254 с.

126. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Москва: 2020. – 299 с.

127. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Москва: 2021. – 256 с.

128. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Москва: 2022. – 340 с.

129. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Москва: 2023. – 368 с.

130. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году: Государственный доклад / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Москва: 2024. – 364 с.

131. Обеспечение эпидемиологического надзора и профилактики лихорадки Зика в Российской Федерации / А. Ю. Попова, Е. Б. Ежлова, Ю. В. Демина [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2016. – № 2. – С. 5-10.

132. Обзор эпидемиологической ситуации по иксодовым клещевым боррелиозам в Российской Федерации в 2010–2020 гг. и прогноз на 2021 г. / С. А. Рудакова, Н. А. Пеньевская, А. И. Блох [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2021. – № 2. – С. 52-61.

133. Обзор эпидемиологической ситуации по иксодовым клещевым боррелиозам в Российской Федерации в 2013–2022 гг. и прогноз на 2023 г. / С. А. Рудакова, О. Е. Теслова, Н. Е. Муталинова [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2023. – № 2. – С. 75–87.

134. Обзор эпидемиологической ситуации по клещевым риккетсиозам в 2022 г. в Российской Федерации в сравнении с 2013–2021 гг., прогноз на 2023 г. / Н. А. Пеньевская, Н. В. Рудаков, С. Н. Шпынов [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2023. – № 2. – С. 35-48.

135. Обзор эпидемической ситуации по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации в 2015 г. и прогноз на 2016 г. /

А. С. Волынкина, Е. С. Котенев, Я. В. Лисицкая [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2016. – Вып. 1. – С. 44-47.

136. Онищенко, Г. Г. Организация надзора за клещевым вирусным энцефалитом и меры по его профилактике в Российской Федерации / Г. Г. Онищенко, Ю. М. Федоров, Н. Д. Пакскина // Вопросы вирусологии. – 2007. – Т. 52, № 5. – С. 8-10.

137. Онищенко, Г. Г. Крымская геморрагическая лихорадка / Г. Г. Онищенко, В. И. Ефременко, А. П. Бейер. – Москва: ГОУ ВУНМЦ, 2005. – 269 с.

138. Онищенко, Г. Г. Распространение вирусных природно-очаговых инфекций в Российской Федерации и меры по их профилактике / Г. Г. Онищенко // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2000. – № 4. – С. 4-8.

139. Организация и проведение мероприятий по энтомологическому мониторингу и регуляции численности кровососущих комаров *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus*: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016. – 35 с

140. Особенности эпидемиологической обстановки по Крымской геморрагической лихорадке в Российской Федерации на современном этапе / А. Ю. Попова, А. Н. Куличенко, Е. Б. Ежлова [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2018. – № 4. – С. 75-80.

141. Особенности эпидемиологической ситуации по клещевым риккетсиозам в Российской Федерации в 2010–2020 гг. и прогноз на 2021 г. / Н. В. Рудаков, С. Н. Шпынов, Н. А. Пеньевская [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2021. – № 1. – С. 73-80.

142. Особенности эпидемиологической ситуации по лихорадке Западного Нила в Российской Федерации в 2020 г. и прогноз ее развития в 2021 г. / Е. В. Путинцева С. К. Удовиченко, Н. В. Бородай [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2021. – № 1. – С. 63-72.

143. Особенности эпидемической ситуации по лихорадке Западного Нила на территории Российской Федерации в 2018 г. и прогноз ее развития на 2019 г. /

И. О. Алексейчик, Е. В. Путинцева, В. П. Смелянский [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2019. – № 1. – С. 17-25.

144. Оценка динамики эпидемических проявлений лихорадки Западного Нила в Волгоградской области в зависимости от климатических условий, предшествующих началу эпидемического сезона / В. А. Сафронов, В. Ю. Смоленский, В. П. Смелянский [и др.] // Вопросы вирусологии. – 2014. – Т. 59, № 6. – С. 42-46.

145. Оценка эпидемиологической ситуации по иксодовым клещевым боррелиозам в Российской Федерации в современный период: Информационное письмо / С. А. Рудакова, Н. А. Пеньевская, Н. В. Рудаков [и др.]. – Омск: Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций, 2020. – 20 с.

146. Павловский, Е. Н. Природная очаговость трансмиссивных болезней в связи с ландшафтной эпидемиологией зооантропонозов / Е. Н. Павловский. – М. Л.: Наука, 1964. – 211 с.

147. Патраман, И. В. Инвазивные комары – новая эпидемиологическая угроза на территории России: дисс. … канд. мед. наук: 03.02.11 / Патраман Иван Васильевич. – М., 2019. – 117 с.

148. Пеньковская, Н. А. Эпидемиологические особенности марсельской лихорадки в Крыму на современном этапе / Н. А. Пеньковская // Крымский терапевтический журнал. – 2014. – № 1(22). – С. 141-146.

149. Первый случай лихорадки Зика в России / В. И. Покровский, В. В. Малеев, С. В. Краснова [и др.] // Инфекционные болезни. – 2016. – Т. 14, № 1. – С. 90-95.

150. Пестина, П. В. Новые и возвращающиеся природноочаговые болезни на Европейской территории России: картографирование, оценка, прогноз: дисс. … канд. геогр. наук: 25.00.23 / Пестина Полина Вячеславовна. – М., 2018. – 172 с.

151. Платонов, А. Е. Влияние погодных условий на эпидемиологию трансмиссивных инфекций (на примере лихорадки Западного Нила в России) / А. Е. Платонов // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2006. – № 2. – С. 25-29.

152. Покровский, В. И. Описательное эпидемиологическое исследование: (ретроспективный эпидемиологический анализ) / В. И. Покровский, Н. Н. Филатов, И. П. Палтышев. – Москва: Санэпидмедиа, 2005. – 239 с.

153. Покровский, В. И. Сравнительная характеристика трансмиссивных лихорадок на территории Астраханской области (по данным клинико-эпидемиологических исследований) / В. И. Покровский, С. В. Углева, С. В. Шабалина // Терапевтический архив. – 2011. – Т. 83, № 11. – С. 55-59.

154. Покровский, В. И. Эпидемиология как основа для разработки мероприятий по профилактике инфекционных болезней / В. И. Покровский // Здравоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 2. – С. 10-11.

155. Попов, П. О. Наблюдаемые и ожидаемые климатообусловленные изменения распространения иксодовых клещей *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus* на территории Российской Федерации и стран Ближнего Зарубежья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Попов Игорь Олегович. – М., 2016. – 24 с.

156. Применение дистанционного спутникового мониторинга для контроля и прогноза заболеваемости природно-очаговыми трансмиссивными инфекциями / А. Е. Платонов, К. А. Гриднева, В. А. Долгин [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2013. – Т. 10, № 3. – С. 21-32.

157. Применение искусственного интеллекта для развития и укрепления системы эпидемиологического контроля (обзор литературы) / В. В. Бакаев, Т. Ю. Гашенко, С. С. Марданлы, О. Н. Жигалева // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2024. – Т. 29, № 3. – С. 126-13.

158. Природно-очаговые инфекции в XXI веке в России / А. Е. Платонов, Л. С. Карань, С. Б. Гаранина [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2009. – № 2. – С. 30-35.

159. Природно-очаговые инфекции Республики Алтай. Медико-географический атлас / под ред. Г. Г. Онищенко. – Горно- Алтайск, 2012. – 90 с.

160. Природно-очаговые инфекции, возбудителей которых передают иксодовые клещи, и их неспецифическая профилактика в Российской Федерации

(по состоянию на 01.01.2018 г.) / Н. В. Шестопалов, Н. И. Шашина, О. М. Германт [и др.] // Дезинфекционное дело. – 2018. – № 1(103). – С. 60-66

161. Прогнозирование эпизоотической активности чумы в Приаралье и Кызылкумах. / М. А. Дубянский А. Кенжебаев, В. М. Степанов [и др.]. – Нукус: Каракалпакстан, 1992. – 240 с.

162. Распространение и экологическая характеристика иксодовых клещей рода *Hyalomma* в экосистемах ставропольского края / В. И. Трухачев, Ю. М. Тохов, С. Н. Луцук [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2016. – Т. 11, № 2. – С. 59-69.

163. Ревич, Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата / Б.А. Ревич // Проблемы прогнозирования. – 2008. – Том 108, № 3. – С. 140-150.

164. Результаты мониторинга возбудителя лихорадки Западного Нила в Российской Федерации в 2019 г. и прогноз развития эпидемической ситуации на 2020 г. / Е. В. Путинцева, И. О. Алексейчик, С. Н. Чеснокова [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – № 1. – С. 51-60.

165. Роль климатических изменений в расширении нозоареала лихорадки Западного Нила в России: оценка пространственно-временных трендов / С. В. Зелихина, Н. В. Шартова, В. А. Миронова, М. И. Варенцов // Аридные экосистемы. – 2021. – Т. 27, № 3(88). – С. 16-23.

166. Роль нейросетевого эпидемиологического прогнозирования в системах социальногигиенического мониторинга и эпидемиологического надзора за заболеваемостью клещевым энцефалитом и другими клещевыми природно-очаговыми инфекциями / С. В. Широкоступ, Н. В. Лукьяненко, И. П. Салдан, Б. А. Баландович // Санитарный врач. – 2019. – № 12. – С. 28-35.

167. Рудаков, Н. В. Трансмиссивные клещевые инфекции в Российской Федерации / Н. В. Рудаков, В. К. Ястребов, С. А. Рудакова // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2015. – № 27(27). – С. 6-9.

168. Салман, Э. Р. Моделирование эпизоотического процесса облигатно-трансмиссивных инфекций, передающихся иксодовыми клещами / Э. Р. Салман,

Э. И. Коренберг, М. Н. Асатрян // Успехи современной биологии. – 2018. – Т. 138, № 6. – С. 583-601.

169. Санникова, И. В. Крымская-Конго геморрагическая лихорадка: клинико-патогенетические аспекты и оптимизация лечения: автореф. дис. … д-ра мед. наук: 14.00.10, 14.00.05 / Санникова Ирина Викторовна. – М., 2009. – 45 с.

170. Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 55 с.

171. Симонова, Е. Г. Концепция управления эпидемическим процессом - от теории к практике / Е. Г. Симонова // Медицинский альманах. – 2012. – № 3(22). – С. 43-46.

172. Симонова, Е. Г. Научно-методические и организационные основы системы управления эпидемическим процессом: автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.02.02 / Симонова Елена Геннадиевна. – Москва, 2010. – 48 с.

173. Симонова, Е. Г. Предэпидемическая диагностика в системе риск-ориентированного эпидемиологического надзора над инфекционными болезнями / Е. Г. Симонова, В. И. Сергевнин // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2018. – Т. 17, № 5(102). – С. 31-37.

174. Симонова, Е. Г. Современный этап развития эпидемиологического надзора и перспективы его совершенствования / Е. Г. Симонова // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2017. – Т. 16, № 4(95). – С. 4-7.

175. Симонова, Е. Г. Теоретические и методологические аспекты управления: старые проблемы и новые горизонты отечественной эпидемиологии / Е. Г. Симонова // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. – 2013. – № 1. – С. 4-8.

176. Случай лихорадки денге с летальным исходом / М. А. Сайфуллин, Е. И. Келли, М. В. Базарова [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2015. – Т. 20, № 2. – С. 49-51.

177. Смирнова, С. Е. Крымская-Конго геморрагическая лихорадка (этиология, эпидемиология, лабораторная диагностика) / С. Е. Смирнова. – Москва: АТиСО, 2007. – 304 с.

178. Современная характеристика активности природных очагов зоонозных инфекций Крыма / А. В. Москалев, П. В. Астапенко, В. Я. Апчел, О. Г. Цинцадзе // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2016. – № 3(55). – С. 117-121.

179. Современное состояние и направления развития ГИС «Эпидемиологический атлас России» / Е. И. Ефимов, М. В. Вьюшков, Г. Г. Побединский, С. А. Сарсков // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2022. – Т. 28, № 2. – С. 276-297.

180. Современное состояние и направления развития ГИС эпидемиологического направления. Аналитический обзор: Электронный ресурс / Г. Г. Побединский, Е. И. Ефимов, С. А. Сарсков [и др.]. – Нижний Новгород: Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. акад. И.Н. Блохиной, 2021. – 171 с.

181. Современное состояние проблемы природно-очаговых инфекций на территории Волгоградской области / В. П. Смелянский, К. В. Жуков, Н. В. Бородай [и др.] // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2021. – Т. 29, № 11. – С. 83-93.

182. Современные тенденции эпидемического процесса иксодовых клещевых боррелиозов на территории Сибирского федерального округа / О. Е. Теслова, С. А. Рудакова, Н. А. Пеньевская, Н. В. Рудаков // Журнал инфектологии. – 2019. – Т. 11, № 1 S1. – С. 133-134.

183. Социально-экономическое бремя клещевого энцефалита в Российской Федерации / Н. М. Колясникова, Н. А. Авксентьев, М. В. Авксентьева [и др.] // Медицинские технологии. Оценка и выбор. – 2013. – № 3(13). – С. 56-69.

184. Социально-экономическое бремя пяти природно-очаговых инфекций в Российской Федерации / А. Е. Платонов, Н. А. Авксентьев, М. В. Авксентьева [и

др.] // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. – 2015. – Том 8, № 1. – С. 47-56.

185. Сравнительная клиническая характеристика Астраханской пятнистой и Крымской геморрагической лихорадок в Астраханской области / С. В. Углева, В. Г. Акимкин, Ж. Б. Понежева [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 42-49.

186. Сравнительная характеристика эпидемических процессов природно-очаговых инфекций, доминирующих на территории Астраханской области / С. В. Углева, Г. Л. Шендо, А. Р. Курбангалиева [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2015. – Т. 14, № 1(80). – С. 59-64.

187. Структурно-функциональная организация паразитарной системы Крымской геморрагической лихорадки / Ю. М. Тохов, С. Н. Луцук, Ю. В. Дьяченко [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2017. – № 4(28). – С. 44-48.

188. Тарасевич, И. В. Астраханская пятнистая лихорадка / И. В. Тарасевич. – М: Медицина, 2002. – 171 с.

189. Тарасевич, И. В. Современные представления о риккетсиозах / И. В. Тарасевич // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2005. – Т. 7, № 2. – С. 119–129.

190. Тенденции развития эпидемического процесса клещевого вирусного энцефалита в Российской Федерации, лабораторная диагностика, профилактика и прогноз на 2021 г. / Е. И. Андаев, А. Я. Никитин, Е. В. Яцменко [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2021. – № 1. – С. 6-16.

191. Топорков, А. В. Лихорадка Западного Нила как актуальная угроза здоровью: история изучения и меры профилактики в России / А. В. Топорков, Е. В. Путинцева, С. К. Удовиченко // Анализ риска здоровью. – 2023. – № 3. – С. 138-149.

192. Тохов, Ю. М. Зараженность иксодовых клещей возбудителями природно-очаговых инфекций бактериальной этиологии на территории Северного Кавказа / Ю. М. Тохов, Л. И. Шапошникова, Ю. В. Дьяченко // Сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 1(12). – С. 64-69.

193. Тохов, Ю. М. Иксодовые клещи Ставропольского края и их эпидемиологическое значение / Ю. М. Тохов. – Ставрополь: Сервисшкола, 2008. – 196 с.

194. Тохов, Ю. М. Особенности функционирования природного очага крымской геморрагической лихорадки на юге России / Ю. М. Тохов, А. Р. Эльканова, И. В. Чумакова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2011. – № 22(117). – С. 264-268.

195. Тохов, Ю. М. Иксодовые клещи (морфология, медицинское значение, регуляция численности) / Ю. М. Тохов, Д. Ю. Дегтярев, В. М. Дубянский. – Ставрополь: ИП Светличная С.Г., 2015. – 84 с.

196. Тохов, Ю. М. Переносчики вируса Крымской-Конго геморрагической лихорадки в Ставропольском крае / Ю. М. Тохов // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2005. – № 4. – С. 32-34.

197. Тохов, Ю.М. Фаунистический комплекс *Ixodidae* Ставропольского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.19, 14.00.30 / Тохов Юрий Мухамедович. – М., 2009. – 39 с.

198. Трифонова, Т. А. Оценка и прогнозирование эпидемиологической обстановки по иксодовому клещевому боррелиозу во Владимирской области / Т. А. Трифонова, А. А. Марцев // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2016. – № 1. – С. 58-62.

199. Углева, С. В. Научное обоснование оптимизации профилактики инфекций, передающихся иксодовыми клещами, на основе математического моделирования проявлений эпидемического процесса: дисс. … докт. мед. наук: 14.02.02 / Углева Светлана Викторовна. – М., 2020. – 339 с.

200. Углева, С. В. Риккетсиозы в регионе Нижнего Поволжья / С. В. Углева, С. В. Шабалина // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2021. – Т. 98, № 2. – С. 231-238.

201. Удовиченко, С. К. Эпидемиологический мониторинг лихорадки Западного Нила в Российской Федерации: ключевые аспекты проблемы /

С. К. Удовиченко, Е. В. Путинцева, А. В. Топорков // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. – 2023. – Т. 12, № 2(45). – С. 34-41.

202. Учение о риккетсиях и риккетсиозах / Н. В. Рудаков, С. Н. Шпынов, И. Е. Самойленко [и др.] // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2011. – Т. 31, № 4. – С. 86-92.

203. Фауна и экология популяций иксодовых клещей – переносчиков клещевых инфекций в Прибайкалье / Г. А. Данчинова, М. А. Хаснатинов, С. С. Шулунов [и др.] // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2007. – № 3 (55), прил. – С. 86-89.

204. Фролова, А. И. Еще раз о комарах - переносчиках возбудителей арбовирусных инфекций / А. И. Фролова // Национальные приоритеты России. – 2021. – № 3(42). – С. 290-293.

205. Функционирование паразитарной системы природного очага Крымской геморрагической лихорадки на юге России / В.И. Ефременко, И.В. Чумакова, Г. Д. Брюханова [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2005. – № 4, приложение. – С. 108-112.

206. Характеристика ареалов трансмиссивных лихорадок в Астраханской области / С. В. Углева, А. В. Буркин, В. А. Демкина [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2014. – № 2(75). – С. 44-49

207. Харченко, Т.В. Современные эпидемиологические особенности Крымской геморрагической лихорадки в Российской Федерации: автореф. дис. … канд. мед. наук: 14.02.02 / Харченко Татьяна Васильевна. – Ставрополь, 2011. – 20 с.

208. Цикличность и прогноз заболеваемости клещевым энцефалитом в Красноярском крае: экспертная и математическая оценки / Р. Л. Наумов, О. А. Жигальский, В. П. Гутова [и др.] // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1989. – № 3. – С. 3-6.

209. Цокова, Т. Н. Разработка математической модели прогнозирования заболеваемости клещевым энцефалитом / Т. Н. Цокова, Л. Б. Козлов // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 6. – С. 12-16.

210. Черкасский, Б. Л. Современные представления о системе управления эпидемическим процессом / Б. Л. Черкасский, Е. Г. Симонова // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2006. – № 5. – С. 4-7.

211. Черкасский, Б. Л. Глобальная эпидемиология / Б. Л. Черкасский. – М.: Практическая медицина, 2008. – 447 с.

212. Черкасский, Б. Л. Риск в эпидемиологии / Б. Л. Черкасский. – М.: Практическая медицина, 2007. – 476 с.

213. Черкасский, Б. Л. Системный подход в эпидемиологии / Б. Л. Черкасский. – М.: Медицина, 1988. – 288 с.

214. Черкасский, Б. Л. Социально-экологическая концепция в эпидемиологии инфекционных и паразитарных болезней / Б. Л. Черкасский // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1985. – № 6. – С. 3-8. Черкасский, Б. Л. Риск в эпидемиологии / Б. Л. Черкасский. – М.: Практическая медицина, 2007. – 476 с.

215. Черкасский, Б. Л. Эпидемиологический диагноз / Черкасский, Б. Л. – Л.: Медицина, 1990. – 208 с.

216. Черкасский, Б. Л. Эпидемический процесс как система. Функционально-морфологическая структура эпидемического процесса / Б. Л. Черкасский // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 1986. – № 5. – С. 83-88.

217. Численность и распространение комаров Aedes (Stegomyia) albopictus (Skuse, 1895) на территории Южного Федерального округа Российской Федерации и Республики Абхазия / Н. В. Ермолова, Е. В. Лазаренко, Ю. С. Артюшина [и др.] // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2019. – № 4. – С. 3-9.

218. Чистобаев, А. И. Медико-географическое картографирование в бывшем СССР и современной России / А. И. Чистобаев, З. А. Семенова // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. – 2013. – № 4. – С. 109-118.

219. Чистобаев, А. И. Мировые медико-географические научные школы: лидеры и достижения / А. И. Чистобаев, З. А. Семенова // География в школе. – 2011. – № 4. – С. 21-25.

220. Широкоступ, С. В. Оценка эффективности акарицидных обработок территории в отношении клещевого энцефалита в регионах Сибирского федерального округа / С. В. Широкоступ, Н. В. Лукьяненко // Медицинская наука и образование Урала. – 2019. – Т. 20, № 1(97). – С. 104-107.

221. Широкоступ, С. В. Эпидемиологическое прогнозирование заболеваемости клещевыми природно-очаговыми инфекциями на основе нейросетевых и ГИС-технологий в Западной Сибири: дисс. … докт. мед. наук: 14.02.02 / Широкоступ Сергей Васильевич. – Барнаул, 2020. – 390 с.

222. Шокин, Ю. И. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения / Ю. И. Шокин, В. П. Потапов // Вычислительные технологии. – 2015. – Т. 20, № 5. – С. 175-213.

223. Шутыло, А. С. Международные миграционные потоки в Краснодарский край / А. С. Шутыло // Молодой ученый. – 2022. – № 24(419). – С. 519-520.

224. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2013 г. (Аналитическая справка) / А.Н. Куличенко, О.В. Малецкая, Н.Ф. Василенко [и др.]. – Ставрополь, 2014. – 58 с.

225. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном, Северо-Кавказском и Крымском федеральных округах в 2014 г. (Аналитический обзор) / А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая, Н. Ф. Василенко [и др.]. – Ставрополь, 2015. – 75 с.

226. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном, Северо-Кавказском и Крымском федеральных округах в 2015 г. (Аналитический обзор) / А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая, Н. Ф. Василенко [и др.]. – Ставрополь, 2016. – 96 с.

227. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2016 г. (Аналитический обзор) / А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая, Н. Ф. Василенко [и др.]. – Ставрополь, 2017. – 104 с.

228. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2017 г. (Аналитический обзор) / А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая, Д. А. Прислегина [и др.]. – Ставрополь, 2018. – 112 с.

229. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2018 г. (Аналитический обзор) / А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая, Д. А. Прислегина [и др.]. – Ставрополь, 2019. – 105 с.

230. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2019 г. (Аналитический обзор) / А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая, Д. А. Прислегина [и др.]. – Ставрополь, 2020. – 96 с.

231. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2020 г. (Аналитический обзор) / А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая, Д. А. Прислегина [и др.]. – Ставрополь: Губерния, 2021. – 91 с.

232. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2021 г.: аналитический обзор / А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая, Д. А. Прислегина [и др.]. – Ставрополь: Принт, 2022. – 92 с.

233. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2022 г.: аналитический обзор / А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая, Д. А. Прислегина [и др.] – Ставрополь, 2023. – 104 с.

234. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекционным болезням на юге европейской части России в 2023 г. (Аналитический обзор) / А. Н. Куличенко, О. В. Малецкая, Е. А. Манин [и др.] – Ставрополь, 2024. – 120 с.

235. Эпидемиологическая общность и различия актуальных для Астраханской области трансмиссивных инфекций / С. В. Углева, В. Г. Акимкин,

Ж. Б. Понежева [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2021. – Т. 20, № 6. – С. 63-71.

236. Эпидемиологическая ситуация по иксодовым клещевым боррелиозам в Российской Федерации в 2021 г. и прогноз на 2022 г. / С. А. Рудакова, О. Е. Теслова, Н. Е. Муталинова [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2022. – № 2. – С. 46-53.

237. Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Российской Федерации в 2014–2023 гг. и краткосрочный прогноз заболеваемости на 2024 г. / А. Я. Никитин, Е. И. Андаев, М. И. Толмачева [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2024. – № 1. – С. 48-58.

238. Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Российской Федерации за 2011–2021 гг. и краткосрочный прогноз ее развития / А. Я. Никитин, Е. И. Андаев, М. И. Толмачева [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2022. – № 1. – С. 15-23.

239. Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Российской Федерации в 2022 г. и прогноз ее развития на 2023 г. / Е. И. Андаев, А. Я. Никитин, М. И. Толмачева [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2023. – № 1. – С. 6-16.

240. Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Российской Федерации в 2019 г. и прогноз на 2020 г. / А. Я. Никитин, Е. И. Андаев, Е. В. Яцменко [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – № 1. – С. 33-42.

241. Эпидемиологическая ситуация по клещевым риккетсиозам в Российской Федерации в 2010–2019 гг. и прогноз на 2020 г. / Н. В. Рудаков, С. Н. Шпынов, Н. А. Пеньевская [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2020. – № 1. – С. 61-68.

242. Эпидемиологическая ситуация по риккетсиозам группы клещевой пятнистой лихорадки в Российской Федерации в 2012–2021 гг. и прогноз на 2022–2026 гг. / Н. В. Рудаков, Н. А. Пеньевская, Л. В. Кумпан [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2022. – № 1. – С. 54-63.

243. Эпидемиологическая ситуация по риккетсиозам и лихорадке Ку в Российской Федерации за период 2010-2023 гг., прогноз на 2024 г / С. В. Штрек, Н. В. Рудаков, С. Н. Шпынов [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. – 2024. – № 3. – С. 63-73.

244. Эпидемиологическая ситуация, лабораторная диагностика и профилактика сибирского клещевого тифа, астраханской пятнистой лихорадки и марсельской лихорадки в Российской Федерации: Информационное письмо / С. Н. Шпынов, Н. В. Рудаков, С. В. Штрек [и др.]. – Омск: Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций, 2020. – 20 с.

245. Эпидемиологический контроль заболеваемости клещевым энцефалитом с использованием технологии нейросетевого эпидемиологического прогнозирования в республике Алтай / С. В. Широкоступ, Н. В. Лукьяненко, И. П. Салдан, Б. А. Баландович // Уральский медицинский журнал. – 2019. – № 12(180). – С. 121-125.

246. Эпидемиология и клинические особенности марсельской лихорадки в Крыму / М. Т. Гафарова, Е. А. Вербенец, Т. А. Ачкасова [и др.] // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. – 2017. – № 2(19). – С. 61-66.

247. A mathematical model for Crimean-Congo haemorrhagic fever: tick-borne dynamics with conferred host immunity / J. Switkes, B. Nannyonga, J. Y. Mugisha, J. Nakakawa // Journal of biological dynamics. – 2016. – Vol. 10. – P. 59-70.

248. A review: *Aedes*-borne arboviral infections, controls and wolbachia-based strategies / S.T. Ogunlade, M.T. Meehan, A.I. Adekunle [et al.] // Vaccines (Basel). – 2021. – Vol. 9, № 1. – P. 32

249. A systematic review: is *Aedes albopictus* an efficient bridge vector for zoonotic arboviruses? / T. Pereira-Dos-Santos, D. Roiz, R. Lourenço-De-Oliveira, C. Paupy // Pathogens. – 2020. – Vol. 9, № 4. – P. 266

250. Abiotic predictors and annual seasonal dynamics of Ixodes ricinus, the major disease vector of Central Europe / M. Daniel, M. Malý, V. Danielová [et al.] // Parasit Vectors. – 2015. – Vol. 8. – P. 478

251. Autochthonous dengue in mainland France, 2022: geographical extension and incidence increase / A. Cochet, C. Calba, F. Jourdain [et al.] // *Euro Surveill*. – 2022. – Vol. 27, № 44. – P. 2200818.

252. Autochthonous dengue in two Dutch tourists visiting Département Var, southern France, July 2020 / T. D. Vermeulen, J. Reimerink, C. Reusken [et al.] // *Euro Surveill*. – 2020. – Vol. 25, № 39. – P. 2001670

253. Characterization of the first autochthonous dengue outbreak in Spain (August-September 2018) / S. Monge, V. García-Ortúzar, B. López Hernández [et al.] // *Acta Trop*. – 2020. – Vol. 205. – P. 105402

254. Climatic Conditions: Conventional and Nanotechnology-Based Methods for the Control of Mosquito Vectors Causing Human Health Issues / T. Ahmed, M. Z. Hyder, I. Liaqat, M. Scholz // Int J Environ Res Public Health. – 2019. – Vol. 16, № 17. – P. 3165

255. Defining ecological regions in Italy based on a multivariate clustering approach: A first step towards a targeted vector borne disease surveillance / C. Ippoliti, L. Candeloro, M. Gilbert [et al.] // PLoS One. – 2019. – Vol. 14, № 7. – P. e0219072

256. Deichmeister, J. M. Abundance of West Nile Virus mosquito vectors in relation to climate and landscape variables / J. M. Deichmeister, A. Telang // J Vector Ecol. – 2011. – Vol. 36, № 1. – P. 75-85

257. Dengue hemorrhagic fever: a growing global menace / S. Parveen, Z. Riaz, S. Saeed [et al.] // J Water Health. – 2023. – Vol. 21, № 11. – P. 1632–1650.

258. Dengue overview: An updated systemic review / M. B. Khan, Z. S. Yang, C.Y. Lin [et al.] // J Infect Public Health. – 2023. – Vol. 16, № 10. – P. 1625-1642.

259. Dengue virus infections among European travellers, 2015 to 2019 / C. M. Gossner, N. Fournet, C. Frank [et al.] // *Euro Surveill*. – 2022. – Vol. 27, № 2. – P. 2001937

260. Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models / E. A. Mordecai, J. M. Cohen, M. V. Evans [et al.] // PLoS neglected tropical diseases. – 2017. – Vol. 11, № 4. – P. e0005568

261. Effects of temperature on emergence and seasonality of West Nile Virus in California / D. M. Hartley, C. M. Barker, A. Le Menach [et al.] // Am J Trop Med Hyg. – 2012. – Vol. 86, № 5. – P. 884–894

262. Entomological characterization of Aedes mosquitoes and arbovirus detection in Ibagué, a Colombian city with co-circulation of Zika, dengue and chikungunya viruses / M. C. Carrasquilla, M. I. Ortiz, C. León [et al.] // *Parasit Vectors*. – 2021. – Vol. 14, № 1. – P. 446.

263. Environmental correlates of Crimean-Congo haemorrhagic fever incidence in Bulgaria / F. M. Vescio, L. Busani, L. Mughini-Gras [et al.] // BMC Public Health. – 2012. – Vol. 12. – P. 1116

264. Epidemiology of West Nile infection in Volgograd, Russia, in relation to climate change and mosquito (Diptera: Culicidae) bionomics / A. E. Platonov [et al.] // Parasitology Research. – 2008. – Vol. 103, No. Suppl. 1. – P. 45-53.

265. First autochthonous dengue outbreak in Italy, August 2020 / L. Lazzarini, L. Barzon, F. Foglia [et al.] // *Euro Surveill*. – 2020. – Vol. 25, № 36. – P. 2001606

266. Forecasting risk of tick-borne encephalitis (TBE): Using data from wildlife and climate to predict next year's number of human victims / P.D. Haemig, S. Sjöstedt de Luna, A. Grafström [et al.] // Scandinavian Journal of Infectious Diseases. – 2011. – Vol. 43, № 5. – P. 366-372.

267. Identification of Climatic Factors Affecting the Epidemiology of Human West Nile Virus Infections in Northern Greece / N.I. Stilianakis, V. Syrris, T. Petroliagkis [et al.] // PLoS One. – 2016. – Vol. 11, № 9. – P. e0161510.

268. Identifying the environmental conditions favouring West Nile Virus outbreaks in Europe / M. Marcantonio, A. Rizzoli, M. Metz [et al.] // PLoS One. – 2015. – Vol. 10, № 3. – P. e0121158.

269. Influence of climatic factors on Ixodes ricinus nymph abundance and phenology over a long-term monthly observation in Switzerland (2000–2014) / G. Hauser, O. Rais, F. Morán Cadenas [et al.] // Parasit Vectors. – 2018. – Vol. 11, № 1. – P. 289

270. Kularatne, S.A. Dengue infection: Global importance, immunopathology and management / S. A. Kularatne, C. Dalugama // Clinical medicine (London, England). – 2022. – Vol. 22, № 1. – P. 9–13.

271. Mapping dengue risk in Singapore using Random Forest / J. Ong, X. Liu, J. Rajarethinam [et al.] // PLoS Negl. Trop. Dis. – 2018. – Vol. 12, № 6. – P. e0006587

272. Meteorological condition associated with increased incidence of West Nile Virus disease in the United States / M. B. Hahn, A.J. Monaghan, M. H. Hayden [et al.] // Am J Trop Med Hyg. – 2015. – Vol. 92, № 5. – P. 1013–1022

273. Model of risk of exposure to Lyme borreliosis and tick-borne encephalitis virus-infected ticks in the border area of the Czech Republic (South Bohemia) and Germany (Lower Bavaria and Upper Palatinate) / V. Hönig, P. Švec, L. Marek [et al.] // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2019. – Vol. 16, № 7. – P. 1173.

274. Modelling the seasonality of Lyme disease risk and the potential impacts of a warming climate within the heterogeneous landscapes of Scotland / S. Li, L. Gilbert, P. A. Harrison, M. D. Rounsevell / Journal of the Royal Society Interface. – 2016. – Vol. 13, № 116. – P. 20160140.

275. Ostfeld, R.S. Climate change and Ixodes tick-borne diseases of humans // R. S. Ostfeld, J. L. Brunner // Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2015. – Vol. 370, № 1665. – P. 20140051.

276. Paz, S. Permissive summer temperatures of the 2010 European West Nile fever upsurge / S. Paz, D. Malkinson, M. S. Green [et al.] // PLoS One. – 2013 – Vol. 8, № 2. – P.e56398.

277. Predicting and mapping human risk of exposure to Ixodes ricinus nymphs using climatic and environmental data, Denmark, Norway and Sweden, 2016 / L. J. Kjær, A. Soleng, K. S. Edgar [et al.] // Euro Surveill. – 2019. – Vol. 24, № 9. – P. 1800101

278. Predicting the spatial abundance of Ixodes ricinus ticks in southern Scandinavia using environmental and climatic data / L. Jung Kjær, A. Soleng, K.S. Edgar [et al.] // Scientific reports. – 2019. – Vol. 9, № 1. – P. 18144

279. Regional variation of climatic influences on West Nile Virus outbreaks in the United States / M. C. Wimberly, A. Lamsal, P. Giacomo, T-W. Chuang // Am J Trop Med Hyg. – 2014. – Vol. 91, № 4. – P. 677–684.

280. Reisen, W.K. Effects of temperature on the transmission of West Nile virus by Culex tarsalis (Diptera: Culicidae) / W. K. Reisen, Y. Fang, V. M. Martinez // J. Med. Entomol. – 2006. – Vol. 43, № 2. – P. 309–317.

281. Seasonal temperatures and hydrological conditions improve the prediction of West Nile virus infection rates in Culex mosquitoes and human case counts in New York and Connecticut / A. C. Keyel, O. Elison Timm, P.B. Backenson [et al.] // PLoS One. – 2019. – Vol. 14, № 6. – P. e0217854

282. Secondary autochthonous outbreak of Chikungunya, Southern Italy, 2017 / F. Riccardo, G. Venturi, M. Di Luca [et al.] // Emerg Infect Dis. – 2019. – Vol. 25, № 11. – P. 2093-2095

283. Shaman, J. Drought induced amplification and epidemic transmission of West Nile virus in southern Florida // J. Shaman, J. F. Day, M. Stieglitz // J Med Entomol. – 2005. – Vol. 42, № 2. – P. 134-141

284. Silent circulation of dengue virus in Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) resulting from natural vertical transmission / V. H. Ferreira-de-lima, P.D.S. Andrade, L. M. Thomazelli [et al.] // Scientific Reports. – 2020. – Vol. 10, № 1. – P. 3855.

285. Silva, N.M. Dengue and Zika Viruses: Epidemiological History, Potential Therapies, and Promising Vaccines / N. M. Silva, N. C. Santos, I. C. Martins // Trop Med Infect Dis. – 2020. – Vol. 5, № 4. – P. 150.

286. Temporal modeling of Crimean-Congo hemorrhagic fever in eastern Iran / E. Mostafavi, S. Chinikar, S. Bokaei, A. Haghdoost // Int J Infect Dis. – 2013. – Vol. 17, № 7. – P. e524–e8.

287. The incidence of West Nile disease in Russia in relation to climatic and environmental factors / A. E. Platonov, V. A. Tolpin, K. A. Gridneva [et al.] // Int J Environ Res Public Health. – 2014. – Vol. 11, № 2. – P. 1211-1232

288. The Italian 2017 outbreak Chikungunya Virus belongs to an emerging Aedes albopictus-adapted virus cluster introduced from the Indian Subcontinent / E. Lindh,

C. Argentini, M. E. Remoli [et al.] // Open Forum Infect Dis. – 2018.– Vol. 6, № 1. – P. ofy321

289. Using geographic information system (GIS) to mapping and assess changes in transmission patterns of chikungunya fever in municipalities of the Coffee-Triangle region of Colombia during 2014–2015 outbreak: Implications for travel advice / A. J. Rodriguez-Morales, J. E. Bedoya-Arias, V. Ramírez-Jaramillo [et al.] // Travel. Med. Infect. Dis. – 2016. – Vol. 14, № 1. – P. 62–65

290. World Atlas of Epidemic Diseases. By Andrew Cliff, Peter Haggett, and Matthew Smallman-Raynor. New York: Arnold, London, and distributed by Oxford University Press, Inc. 2004. ISBN 0-34076-171-7.