

*На правах рукописи*

**Лазаренко Евгения Владимировна**

**ЭКОЛОГО-ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ  
РОДА *DERMACENTOR* КОСН, 1844 В ПРИРОДНЫХ ОЧАГАХ ТРАНСМИССИВНЫХ  
БОЛЕЗНЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

1.5.17. Паразитология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Ставрополь – 2025

Работа выполнена в Федеральном казенном учреждении здравоохранения «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

**Научный руководитель:**

доктор биологических наук

**Дубянский Владимир Маркович**

**Официальные оппоненты:**

**Глазунов Юрий Валерьевич** – доктор ветеринарных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», заведующий кафедрой инфекционных и инвазионных болезней;

**Стариков Владимир Павлович** – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биологии и биотехнологии Института естественных и технических наук, Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет».

**Ведущая организация:** Федеральное казенное учреждение здравоохранения «Иркутский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Защита состоится «19» ноября 2025 г. в 11.00 ч. на заседании диссертационного совета 24.1.249.04, созданного на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской Академии Наук» (Москва, ЦФО)

Адрес: 117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, д. 28.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН и на сайте <http://viev.ru/>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор биологических наук, профессор

Новик Тамара Самуиловна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Широкое распространение иксодовых клещей в различных ландшафтных зонах России, их опасность как переносчиков инфекционных болезней человека и животных, сложность изучения из-за многообразия жизненных циклов и мозаичности пространственного распределения делают актуальной задачу детального изучения особенностей биологии клещей в различных регионах России и уточнения их роли в циркуляции возбудителей природно-очаговых инфекций.

Среди иксодовых клещей, обитающих в Центральном Предкавказье, представители рода *Dermacentor* Koch, 1844 характеризуются высокой численностью, широким распространением, паразитированием на многих видах хозяев, способностью хранить и передавать возбудителей природно-очаговых инфекций различной этиологии. Эти факторы делают их важными элементами структуры природных очагов трансмиссивных болезней (Ю.М. Тохов, 2006, Ю.М. Тохов с соавт. 2018, А.Н. Куличенко с соавт. 2019, Е.В. Лазаренко с соавт., 2021).

Важное эпидемиологическое и эпизоотологическое значение иксодовых клещей заключается не только в их способности получать возбудителя инфекции (или их совокупность), сохранять возбудителей, передавать по ходу метаморфоза, а также заражать позвоночное животное. Не менее важным при этом является длительная продолжительность жизни клещей, по сравнению с другими членистоногими (до трех лет). Кроме того, эпизоотологическое и эпидемиологическое значение клещей обусловлено особенностями распределения по территории, жизненных циклов, связей с хозяевами, сезонной и многолетней динамикой активности и численности. Особое внимание этому вопросу следует уделить в Центральном Предкавказье, так как на указанной территории проявляют свою активность природные очаги Крымской геморрагической лихорадки (КГЛ), туляремии, регистрируются случаи заболевания людей болезнью Лайма, клещевыми риккетсиозами (Г.Г. Москвитина с соавт., 1995, А.Н. Куличенко с соавт. 2012, Ю.М. Тохов с соавт. 2013).

Несмотря на то, что к настоящему времени имеются данные по распространению, распределению между хозяевами, сезонной активности основных видов иксодовых клещей рода *Dermacentor* в Центральном Предкавказье, актуальным остается изучение и уточнение таких вопросов, как современное состояние популяции, сезонные колебания численности, роль иксодид в циркуляции природных патогенов, разработка методов прогноза численности и др. Требуется дополнения сведения о возрастной структуре популяции и факторах, их определяющих.

Исходя из вышесказанного, представляется необходимым оценить современное состояние популяций и естественную зараженность видов рода *Dermacentor* как важнейших представителей иксодовых клещей в природных очагах трансмиссивных инфекций на территории Центрального Предкавказья.

**Степень разработанности темы исследования.** Данные по экологии *Dermacentor marginatus*, *Dermacentor reticulatus* и *Dermacentor niveus* в СССР, а затем в России, представлены в работах отечественных исследователей И.Г. Галузо (1948, 1949); Б.И. Померанцева (1950); Е.Н. Павловского (1939, 1947, 1964); В.Н. Беклемишева (1955, 1961); В.М. Попова (1962); Н.Г. Олсуфьева (1941, 1953); Н.А. Филипповой (1997); Г.В. Колонина (1984); Ю.С. Балашова (1961, 1967, 1973, 1987, 1992, 1998, 2001, 2009); Ю.М. Тохова (2001, 2004, 2006, 2007, 2009 и Ю.М. Тохов с соавт. (2013, 2018)).

Паразитологами на территории Предкавказья были проведены многочисленные исследования установившие фауну, биологические и экологические особенности и паразито-хозяйинные связи клещей рода *Dermacentor*: Белавин В.С. (В.С. Белавин и С.Н. Никольский, 1937); Гусева А.А. (1962); Елагин В.И. (1963, 1965); Котти Б.К. (Б.К. Котти и О.Ю. Гудиев, 1997); Кошкина Н.А. с соавт. (2014); Попова Е.В. (1971); Теплова И.Е. с соавт. (1997); Тифлова Л.А. с соавт. (1970).

Много исследований посвящено выяснению роли иксодовых клещей, в том числе рода *Dermacentor*, в природных очагах трансмиссивных инфекций на исследуемой территории: Белицер А.В. (1927, 1927); Брюханова А.Ф. с соавт. (2003); Гроховская И.М. с соавт. (1959);

Гусева А.А. (А.А. Гусева и И.М. Гроховская, 1959, А.А. Гусева и Е.И. Замахаева, 1961); Каменский С.Н. (1928); Мирошниченко М.А. (1961); Никольский С.Н. (1937, 1939), Котти Б.К. (1999), Тохов Ю.М. (2001, 2006, Ю.М. Тохов с соавт., 2013).

**Цель работы.** Изучить рецентную структуру популяции иксодовых клещей рода *Dermacentor* на территории Центрального Предкавказья и определить их эпизоотологическое значение в природных очагах трансмиссивных болезней, сформировать подходы к прогнозированию численности.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **основные задачи:**

1. Изучить современное распространение и биотопическую приуроченность видов рода *Dermacentor* на территории Центрального Предкавказья.
2. Уточнить паразито-хозяйные связи иксодид на разных стадиях развития.
3. Определить основные абиотические факторы, влияющие на численность иксодовых клещей.
4. Проанализировать сезонные изменения физиологического возраста иксодовых клещей.
5. Определить подходы к прогнозированию колебаний численности клещей рода *Dermacentor*.
6. Исследовать иксодовых клещей рода *Dermacentor* на зараженность возбудителями природно-очаговых трансмиссивных болезней.

**Научная новизна.** На основании метода максимальной энтропии MaxEnt смоделировано современное географическое распространение клещей рода *Dermacentor* в Центральном Предкавказье. Выявлен комплекс факторов, влияющих на распространение видов рода *Dermacentor*, уточнен их потенциальный ареал.

У видов рода *Dermacentor* имеются отличия в биотопическом распределении и сезонной активности в различных ландшафтных провинциях Центрального Предкавказья. *D. reticulatus* и *D. niveus* предпочитает берега рек и озер, *D. marginatus* - целинные участки степи. Сроки развития одного поколения в лесостепных и предгорных ландшафтах наступают позже, чем в степных и полупустынных в среднем на одну – две недели.

Впервые изучен возрастной состав популяций клещей *D. marginatus*, и *D. reticulatus* на территории Центрального Предкавказья.

Впервые прослежена связь между физиологическим возрастом (ФВ) иксодовых клещей рода *Dermacentor* и их восприимчивостью к патогенам – выявлена достоверно выраженная связь более частого обнаружения зараженных клещей II ФВ по сравнению с III и IV ФВ.

Представлен подход к прогнозированию численности иксодовых клещей рода *Dermacentor*.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Характеристика клещей рода *Dermacentor* имеет важное значение для выяснения вопросов функционирования природных очагов инфекционных болезней на территории Центрального Предкавказья. Полученные результаты положены в основу разработки тактики выборочного подхода при оценке эпизоотологического значения популяции и организации борьбы с иксодовыми клещами. Предложенный С.П. Расницыным (С.П. Расницын и Л.В. Репкина, 1980) и переработанный нами для клещей рода *Dermacentor* метод краткосрочного прогноза численности иксодовых клещей может быть использован при планировании сроков проведения эпизоотологического обследования.

Исследования по теме диссертационной работы выполнялись в рамках НИР «Совершенствование эпизоотологического и эпидемиологического мониторинга природных очагов инфекционных болезней на юге России в современных условиях» (2015-2020 гг.) № АААА-А16-116022510094-3, «Совершенствование эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекциями, актуальными для рекреационных зон юга России (Черноморское побережье Краснодарского края и Кавказские Минеральные Воды)» (2019-2021 гг.) № ААА-А19-119032590019-8, «Эпизоотологический мониторинг за возбудителями природно-очаговых инфекций в урбоценозах с использованием геоинформационных систем (города Кавказских

Минеральных Вод и Ставрополь») (2021-2023 гг.) № 121040200148-3, «Количественные характеристики эпизоотического процесса и подбор предикторов для прогнозирования эпизоотической активности туляремии в природном очаге на территории Ставропольского края 2021-2023 годы» (2021-2023 гг.) № 121040200145- 2.

Результаты научных исследований по диссертационной работе используются в образовательных программах (приложение А); на курсах профессиональной переподготовки при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий по дисциплине Б1.О.32. «Паразитология и инвазионные болезни» образовательной программы высшего образования специальности 36.05.01 Ветеринария ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» (приложение Б); при проведении лекционных и лабораторных занятий по дисциплине «Зоология» образовательной программы высшего образования специальности 06.03.01 Биология ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (приложение В).

**Методология и методы исследования.** Основу исследований составили важнейшие положения методических подходов и Е.Н. Павловского (1939, 1947, 1964); В.Н. Беклемишева (1961), Резника П.А. (1951, 1970), Галузо И.Г. (1948, 1949), Олсуфьева Н.Г. (1940, 1941), Померанцева Б.И. (1953), Филипповой Н.А. (1997), Балашова Ю.С. (1961, 1967, 1973, 1987, 1992, 1998, 2001, 2009) и др. с их научными школами, обеспечившими высокий уровень престижа российских паразитологов.

Работу выполняли с 2015 по 2024 гг. в лаборатории медицинской паразитологии, на стационарных участках в различных районах Ставропольского края.

В ходе выполнения работы были использованы как теоретические, так и эмпирические методы работы такие как: паразитологические, морфологические, микробиологические, математические и статистические.

*Объектом исследования* являлись популяции иксодовых клещей *D. marginatus*, *D. reticulatus*, *D. niveus*.

*Предмет исследования* – биотопическая приуроченность, физиологический возраст, паразито-хозяйинные взаимоотношения, модели прогнозирования численности иксодид.

Причинно-следственные связи абиотических и биотических факторов, влияющих на активность и показатели численности эктопаразитозов, определяли путем обследования, исследования и сравнения данных с научными источниками.

#### **Положения, выносимые на защиту.**

1. На распределение клещей рода *Dermacentor* на территории Центрального Предкавказья влияет комплекс факторов, включающий три биоклиматические переменные для *D. marginatus* и *D. reticulatus* - количество осадков самого сухого периода, суточные колебания температуры (среднемесячные); изотермальность. Для *D. niveus* средняя температура самого сухого квартала, сезонность выпадения осадков (коэффициент вариации), средняя температура самого влажного квартала.

2. Сроки активизации и скорость развития каждого поколения клещей в лесостепных и предгорных ландшафтных зонах Центрального Предкавказья наступают позже, чем в степных и полупустынных в среднем на 1 – 2 недели и зависят от специфических абиотических факторов (температура, влажность), характерных для зоны.

3. Изменение физиологического возраста активных иксодовых клещей взаимосвязано с изменением их обилия в течении сезона активности, что позволяет спрогнозировать и ретроспективно оценить ход сезонного обилия активных особей по их возрастному составу.

4. Определена статистически значимая взаимосвязь более частого обнаружения зараженных клещей II ФВ возбудителями природно-очаговых болезней бактериальной, вирусной и риккетсиозной этиологии по сравнению с клещами III и IV ФВ.

**Степень достоверности результатов.** Достоверность результатов обеспечивается обширным объёмом собранных данных, статистическим анализом и публикациями в рецензируемых научных изданиях. Выводы и рекомендации основаны на анализе результатов научных исследований.

**Апробация результатов.** Результаты исследований представлены и доложены на международной конференции «Общие угрозы – совместные действия. Ответ государств БРИКС на вызовы опасных инфекционных болезней» (Москва, 2015); IX международной научно-практической интернет-конференции (Ставрополь, 2016); II Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы болезней, общих для человека и животных» (Ставрополь, 2017); II межрегиональном научно-практическом форуме специалистов «Актуальные вопросы инфекционной патологии Юга России» (Краснодар, 2017); XI съезде Всероссийского научно-практического общества эпидемиологов, микробиологов и паразитологов «Обеспечение эпидемиологического благополучия: вызовы и решения» (Москва, 2017); IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены» (Иркутск, 2017); III межрегиональном Форуме специалистов «Актуальные вопросы инфекционной патологии Северо-Запада России» (Санкт-Петербург, 2018); III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы болезней, общих для человека и животных» (Ставрополь, 2018); XI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены» (Уфа, 2019); XII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены» (Ростов-на-Дону, 2020); XXV юбилейной ежегодной Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы клиники и эпидемиологии инфекционных болезней» (Махачкала, 2020); IV Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы болезней, общих для человека и животных» (Москва, 2021); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные аспекты природной очаговости болезней» (Омск, 2024); V Международной научно-практической конференции по вопросам противодействия инфекционным заболеваниям (Санкт-Петербург, 2024).

**Личный вклад соискателя.** Сбор полевого материала и подготовка его к лабораторному исследованию, определение видового состава иксодид, статистическая обработка материалов, анализ результатов и подготовка публикаций проведены при непосредственном участии автора. Доля участия автора в совместных публикациях составляет 70-80 %.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 24 научные работы, четыре из которых в периодических изданиях из перечня ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденных ВАК Министерства образования и науки России.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 148 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, собственных исследований, состоящих из материалов и методов и результатов исследований, обсуждения, заключения, практических предложений, перспектив дальнейшей разработки темы, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, приложений. Список литературы включает 249 источников, в том числе 209 работ отечественных и 40 работ зарубежных авторов. Материалы иллюстрированы 26 таблицами и 15 рисунками.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

#### Глава 1.1 История изучения иксодовых клещей рода *Dermacentor* Koch, 1844 в природных очагах трансмиссивных инфекций Центрального Предкавказья

В хронологической последовательности дан аналитический обзор литературы по распространению, паразито-хозяйным связям, жизненным циклам клещей рода *Dermacentor* в Центральном Предкавказье. Обозначена эпидемиологическая и эпизоотологическая роль клещей рода *Dermacentor* как переносчиков возбудителей различных инфекций.

## Глава 1.2 Природно-климатические условия обитания иксодовых клещей рода *Dermacentor* на территории Центрального Предкавказья

Территория Центрального Предкавказья включает 4 ландшафтные зоны: лесостепную, степную, полупустынную и предгорную. Разнообразие климата и растительности в разных ландшафтных зонах создают благоприятные условия для обитания популяции клещей рода *Dermacentor*. Наличие прокормителей играет большую роль в развитии и распространении иксодовых клещей. Животный мир Центрального Предкавказья представлен 8 видами земноводных, 24 видами пресмыкающихся и 83 видами млекопитающих, птиц более 300 видов.

### 2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 2.1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы положены материалы, полученные автором в результате полевых исследований в 2015-2022 гг. Сбор полевого материала проводили на стационарных участках и при экспедиционных выездах в лесостепную, степную, полупустынную и предгорную ландшафтные зоны Центрального Предкавказья.

Сбор иксодовых клещей в природных биотопах, на млекопитающих, добычу зайцев, ежей, птиц, осуществляли по общепринятым методикам, согласно МУ 3.1.3012-12 «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих – переносчиков возбудителей природно-очаговых инфекций». Для анализа эколого-фаунистических данных использовали показатели, предложенные В.Н. Беклемишевым (1961) (индекс обилия, индекс доминирования, индекс встречаемости). За период работы было собрано 11478 экз. *D. marginatus*, 11562 экз. *D. reticulatus* и 112 экз. *D. niveus*. Всего на наличие иксодовых клещей осмотрено 3559 биологических объектов, в том числе: КРС – 1628 голов, МРС – 664 голов, лошадей – 47 экз., собак – 54 экз., мелких мышевидных грызунов – 903 экз., насекомых – 79 экз., заяц русак - 4 экз., лисица обыкновенная – 2 экз., птиц – 178 экз. Пройдено 1025,5 флагов/км, затрачено 2051 флагов/часов учета на маршрутах. За период исследования отработано 10 980 ловушко/ночей. Оценку физиологического возраста иксодовых клещей проводили визуально, используя признаки, предложенные И.В. Разумовой (1982): полнота тела, внешний вид кутикулы (морщинистость, цвет), просматриваемость сквозь кутикулу отдельных внутренних органов. Опираясь на эти признаки, выделены 4 возрастные группы имаго: I – «новорожденные»; II – молодые особи; III – зрелые; IV – старые

Для определения ФВ *D. marginatus* использовали 2790 голодных имаго. Статистический анализ проводили с помощью программы STATISTICA 10,0 (Stat Soft Inc.), при этом статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ . Для сравнения данных, выраженных в процентах, использовали таблицы сопряженности (критерий хи-квадрат Пирсона). При оценке различий между возрастными группами с поправкой Бонферрони для множественных сравнений отличия между исследуемыми группами считаются достоверным при  $p < 0,025$ . Для цветового выделения использовалось условное форматирование (Excel). Программное обеспечение автоматически разделяет все данные на низкие и высокие, подкрашивая их с разной интенсивностью, от зеленого (min) до красного (max). Для определения ФВ *D. reticulatus* использовали 2790 голодных имаго. Для подтверждения достоверности различий в возрастном составе *D. reticulatus* в разные периоды активности сравнивали их доверительные границы. Для определения доверительных границ рассчитывали средние ошибки.

При анализе ландшафтно-биотопической приуроченности использовали показатель степени относительной биотопической приуроченности и коэффициент вариации численности вида. При анализе распространения клещей рода *Dermacentor* был использован метод максимальной энтропии реализованный в программе MaxEnt 3.3.3e. Всего в работе использована информация по 96 точкам находок. Определение географических координат в полевых условиях проводилось с помощью GPS-навигатора. Точки находок записаны в виде десятичных градусов. Набор биоклиматических данных получен с сайта <http://www.worldclim.org/bioclim>. Лабораторное исследование иксодовых клещей проводили молекулярно-генетическим методом в соответствии с МУ 1.3.2569 – 09.

## 2.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.2.1. Клеши рода *Dermacentor* Koch, 1844 как элементы структуры природных очагов трансмиссивных инфекций на территории центрального предкавказья

#### 2.2.1.1. Распространение и ландшафтно-биотопическая приуроченность клещей рода *Dermacentor* Koch, 1844 на территории природных очагов трансмиссивных инфекций

Клеши *D. marginatus* и *D. reticulatus* наиболее распространены в провинции лесостепных ландшафтов (59,21 и 59,97 % от собранных клещей соответственно). Процентное соотношение остальных находок имело следующее распределение: провинция степных ландшафтов – 8,25 и 23,03 %, провинция предгорных ландшафтов – 30,55 и 17,16 %. В провинции полупустынных ландшафтов *D. marginatus* и *D. reticulatus* встречаются в единичных экземплярах. Клеши *D. niveus* были собраны только в провинции полупустынных ландшафтов.

Прогнозные модели показали для всех изученных видов наличие потенциально приемлемых местообитаний в разных ландшафтных зонах Центрального Предкавказья. Анализ ареалов модельных видов на территории Центрального Предкавказья показал, что виды *D. marginatus*, *D. reticulatus* равномерно распределены на территории. Это связано с более широкой экологической амплитудой данных видов. Модельный ареал *D. niveus* занимает восточную часть Центрального Предкавказья, отличающуюся большей континентальностью и засушливостью (рисунок 1)

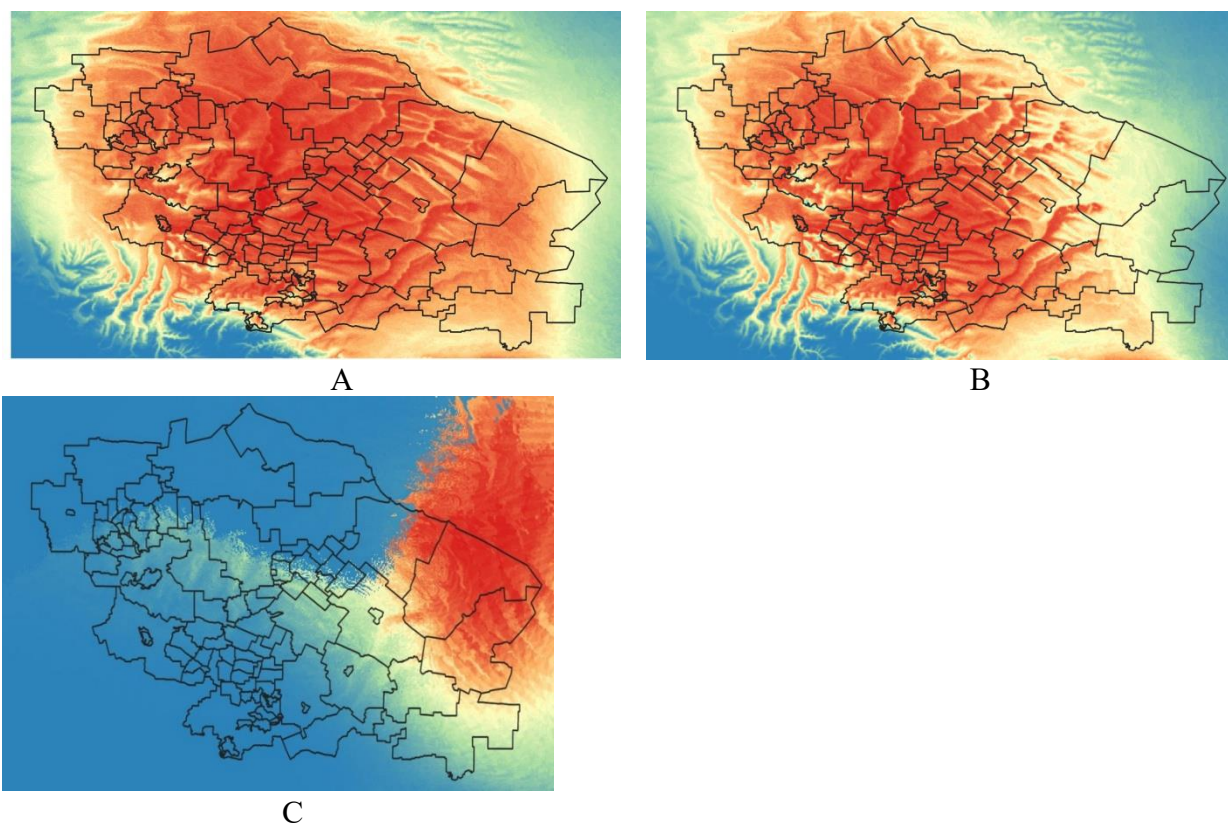


Рисунок 1 – Модель распространения клещей на основе биоклиматических переменных BioClim. А - *D. marginatus*; В - *D. reticulatus*; С - *D. niveus*. Цветная заливка обозначает области вероятного распространения с высокой (100–74% красный цвет), средней (74–56% оранжевый цвет), низкой (56–37% желтый цвет) и крайне низкой (37 –19% светло-зеленый цвет) вероятностью встречи.

При моделировании в среде MaxEnt выявлено, что наибольшее влияние на пространственное распределение *D. marginatus*, *D. reticulatus* оказывает комплекс факторов, который включает 3 биоклиматические переменные - количество осадков самого сухого периода (процентный вклад для *D. marginatus* 19,6, для *D. reticulatus* 12,2), суточные колебания температуры (среднемесячные) (процентный вклад для *D. marginatus* 16,1, для *D. reticulatus*

14,3); – изотермальность (процентный вклад для *D. marginatus* 9,5, для *D. reticulatus* 4,7). Для *D. niveus* - средняя температура самого сухого квартала (процентный вклад 21), сезонность выпадения осадков (коэффициент вариации) (процентный вклад 18), средняя температура самого влажного квартала (процентный вклад 5,7).

MaxEnt является высокоэффективным и точным методом для компьютерного моделирования распространения популяций, при этом достаточно достоверная модель может быть создана даже на базе ограниченных данных. Созданные модели демонстрируют высокую степень совпадения со сведениями о распространении *D. marginatus*, *D. reticulatus*, *D. niveus* в районах Центрального Предкавказья.

Биотопическое распределение видов оценивали с помощью коэффициента относительной биотопической приуроченности. В своих исследованиях мы выбрали наиболее типичные биотопы каждой ландшафтной зоны:

- a) открытые окультуренные биотопы (участки между с/х полями, участки вдоль дорог);
- b) закрытые окультуренные биотопы (парки, скверы, сады, лесополосы);
- c) целинные участки степи;
- d) берега рек, озер, каналов;
- e) лесные биотопы;
- f) вырубки, окраины, опушки леса.

Для определения показателя степени относительной биотопической приуроченности предварительно была составлена суммарная таблица в абсолютных цифрах за весь период исследований.

Виды *D. reticulatus* и *D. marginatus* эвритопные – обладают широкой экологической валентностью и могут встречаться в разных типах рассмотренных биотопов, при этом *D. reticulatus* явно избегает лишь лесных массивов. Популяции *D. reticulatus*, в рассмотренных типах биотопов, более устойчивы, чем популяции *D. marginatus*. *D. niveus* - стенотопный вид, предпочитающий определенное местообитание (в нашем случае берега рек и каналов), но имеющий в этом биотопе нестабильную численность. Для *D. reticulatus* важнейшими биоклиматическими факторами является количество осадков. В своем биотопическом распределении тяготеет к берегам рек и озер, что согласуется с мнением П.А. Резника о более высокой требовательности к влажности среды *D. reticulatus* по сравнению с другими видами рода. Наибольшее значение будут иметь осадки в июне – июле, когда в природе находятся личинки и нимфы, стадии наиболее требовательные к влажности среды. *D. marginatus* может существовать при значительных колебаниях влажности, как вместе с гидрофильным *D. reticulatus*, так и с ксерофильным *D. niveus*. Вид более требователен к температуре и в своем биотопическом распределении предпочитает целинные участки, характеризующиеся более высокой степенью прогревания. *D. niveus* более требователен к теплу. Для всех мест, где он обнаружен, также характерно небольшое количество осадков и что наиболее важно, незначительное их количество в летний период года.

#### **2.2.1.2. Сезонная динамика численности иксодид и влияние абиотических факторов на состояние популяции**

По нашим данным, активизация клещей *D. reticulatus* после зимней диапаузы приходилась на первую - вторую декаду марта. Индекс обилия (ИО) на один флаго-час в этом месяце колеблется от 9 до 17,2, в зависимости от температурных условий и влажности. Средний многолетний ИО составил 14,3. К маю численность клещей спадает. ИО в этом месяце от 1 до 17,1. Средний ИО 7,5. В летние месяцы, характеризующиеся жаркой и сухой погодой, наблюдается депрессия численности имаго, но полное исчезновение клещей не происходит. Весенний пик паразитирования имаго на сельскохозяйственных животных приходится на третью декаду апреля – вторую декаду мая.

Оптимальными условиями развития *D. reticulatus* следует считать температуру 18 - 25°C. В природных условиях при меняющейся температуре в течение суток метаморфоз *D. reticulatus* с момента окончания питания самки занимает в среднем 100 - 115 дней.

Паразитирование личинок *D. reticulatus* на мелких млекопитающих отмечено со второй половины июня, а нимф – с первой половины июля. Обилие личинок было максимальным во второй половине июня – первой половине июля и снизилось к началу сентября. Нимфы наиболее многочисленны во второй половине июля и в первой половине августа. В сентябре показатели минимальные. В октябре на мелких млекопитающих еще могут встречаться единичные личинки и нимфы. Вторая, более слабая, волна повышения активности имаго начинается с третьей декады августа. По нашим наблюдениям, первые клещи появляются в природных станциях в диапазоне дат с 20 по 30 августа, затем их число нарастает, и пик численности проявляется в первую декаду октября. Установлено, что показатели обилия иксодид ниже таковых в весенний период. ИО в сентябре за период наблюдений колеблется от 2,1 до 13,6; средний ИО 6,7. Осенний пик активности приходится на октябрь-ноябрь. Длительность обеих волн примерно одинакова. Имаго зимуют, как правило, голодными, но для них также характерна зимовка на теле хозяина в голодном или слегка напившемся состоянии. Весной они быстро докармливаются и дают кладки в более ранние сроки, чем голодные клещи, зимовавшие в подстилке.

В лесостепной и предгорной ландшафтных зонах начало яйцекладки чаще приходится на первую декаду апреля, а в степных и полупустынных ландшафтах на вторую, чаще третью декаду марта. Завершение эмбриогенеза возможно в условиях степи и полупустыни во вторую декаду апреля, в лесостепи – в третьей декаде апреля, а в – предгорьях в первой декаде мая. Полное развития одного поколения *D. reticulatus* с учетом периода питания и метаморфоза в лесостепных и предгорных ландшафтах возможно во вторую декаду июня, а в условиях степи и полупустыни – в третью декаду мая. Таким образом, сроки развития одного поколения *D. reticulatus* в лесостепных и предгорных ландшафтах наступают позже, чем в степных и полупустынных в среднем на одну - две недели.

Фенология взрослых клещей *D. marginatus* сходна с предыдущим видом. Активизация после зимней диапаузы приходится на первую - вторую декаду марта. ИО клещей в марте в разные годы колеблется от 4,5 до 27,5. Имаго в Центральном Предкавказье могут быть активны и в зимний период при сравнительно теплой погоде и отсутствии снежного покрова. Так, в феврале 2016 года при среднесуточной температуре воздуха 10,5° С методом «на флаг» было собранно 72 экз. имаго *D. marginatus*. Для данного вида также характерно два пика активности: весенний и осенний. На рассматриваемой нами территории для *D. marginatus* не отмечается резкого снижения численности клещей в летние месяцы и небольшая часть имаго остается активными. Осенняя волна активизации отмечается с третьей декады августа до ноября. ИО в период наблюдения колебались от 3,4 в сентябре до 1,2 в ноябре. Осенний пик активности может происходить как за счет повторной активизации клещей бывших активными весной, так и проявлением активности недавно перелинявших особей. На зимовку уходят как активные особи, так и не завершившие послелинчного доразвития клещи.

Время выхода зимующих имаго и их активизация весной во многом зависит не только от климатических факторов данного года, но и от конкретных микроклиматических условий мест зимовки. В условиях Центрального Предкавказья суммы эффективных температур, необходимые для развития отдельных фаз *D. reticulatus* и прохождения всего цикла развития этого вида, отличаются в разных ландшафтных зонах.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что *D. reticulatus* в лесостепной ландшафтной зоне активизируется при среднемесячной температуре + 0,2° С и среднемесячной сумме осадков 29,8 мм, а в предгорной ландшафтной зоне при среднемесячной температуре 1,4 ° С и сумме осадков 13,2 мм. Пик активности отмечается при среднемесячной температуре воздуха 4,9 ° С и 9,8 ° С и среднемесячной сумме осадков 50 мм и 53,2 мм соответственно. Осенний пик активности клещей этого вида регистрируется при многолетней среднемесячной температуре воздуха 3,6 ° С и многолетней среднемесячной сумме осадков 29,4 мм в лесостепной ландшафтной зоне и многолетней среднемесячной температуре воздуха 1,6 ° С и многолетней среднемесячной сумме осадков 18,8 мм в предгорной ландшафтной зоне. Период летней неактивности приходится на средние многолетние данные температуры и суммы

осадков 23° С 67,6 мм в лесостепи и 16,8° С 32,4 мм в предгорьях соответственно. В лесостепной зоне *D. marginatus* активизируется при среднемесячной температуре 4,9 ° С и среднемесячной сумме осадков 50 мм. Пик активности здесь отмечается при среднемесячной температуре 9,8 ° С и сумме осадков 25,4 мм. Осенняя волна активности клещей этого вида ниже и регистрируется при многолетней среднемесячной температуре воздуха 17,8 ° С и многолетней среднемесячной сумме осадков 48,4 мм. Период летней неактивности приходится на средние многолетние данные температуры и суммы осадков 23 ° С, 67,6 мм. В предгорной ландшафтной зоне активизация клещей этого вида происходит при среднемесячной температуре 1,4° С и сумме осадков 13,2 мм. Пик активности наблюдается при температуре 1,8° С и сумме осадков 53,2 мм. Осенняя волна численности *D. marginatus* не превышает весеннюю и наблюдается в октябре при многолетней среднемесячной температуре 7,7° С и сумме осадков 34,4 мм.

### 2.2.1.3. Паразито-хозяйинные связи клещей рода *Dermacentor* Koch, 1844

Основными прокормителями имаго *D. reticulatus* являются домашние плотоядные (средний ИО 3,6) и лошади (средний ИО 2,6). КРС и МРС играет незначительную роль в прокормлении *D. reticulatus* – средний ИО на них составляет 0,3 и 0,01 соответственно. Единичные сборы имаго *D. reticulatus* были проведены с ежа европейского, зайца русака, домашних кошек, лисицы обыкновенной, пятнистого оленя. По одной самке клещей было снято также с зяблика и синицы. Количество случаев нападения *D. reticulatus* на человека не превышает 1,6 % от общего числа иксод. Нападению чаще подвергаются жители лесостепной зоны.

Основным прокормителем имаго *D. marginatus* являются лошади – средний ИО 3 и КРС – средний ИО 1,8. МРС играет незначительную роль в прокормлении *D. marginatus* – средний ИО 0,3; средний ИД 5,1 %. Во время эпизоотологического обследования нам не удалось обнаружить имаго *D. marginatus* на собаках. Взрослые клещи *D. marginatus* нередко нападают и на человека. Доля данного клеща среди других видов, снятых с людей, достигает 10 %. Имаго *D. marginatus* на птицах нами не обнаружены.

Основным прокормителем личинок *D. reticulatus* являются мышь малая лесная и полевка обыкновенная. На них питаются 43,2 и 26,3 % личинок соответственно. Основные прокормители нимф – мышь домовая и мышь малая лесная – 40,1 и 32,7 % соответственно. В то же время показатели ИО личинок и нимф на грызунах не высокие. Большой вклад в прокормление личинок вносят также мышь домовая и мышь полевая. ИД которых составил 8,5 % от всех сборов. Показатели обилия личинок на мыши полевой составляют 71,4. В прокормлении нимф важную роль играют полевка обыкновенная и белозубка белобрюхая – 8,2 и 6,1 % от всех сборов соответственно. Основным прокормителем личинок и нимф *D. marginatus* являются мышь малая лесная и мышь домовая. На них прокармливаются 62,3 и 23,4 % личинок. Индекс встречаемости нимф составил 39 и 45 % соответственно. ИО личинок и нимф не высокие. В ноябре 2015 года нами был проведен сбор 13 нимф *D. marginatus* с мыши малой лесной. В литературе нет сведений о таком позднем периоде паразитирования преимагинальных стадий клеща *D. marginatus*. Единственный известный нам случай сборов преимагинальных стадий в этом сезоне выявлен при работе с коллекцией Ставропольского противочумного института. Сбор осуществлен в октябре 1951 года З.С. Брагиной.

При осмотре млекопитающих среднего размера совсем не обнаружили личинок и нимф *D. marginatus* и *D. reticulatus* на зайце русаке и лисице обыкновенной. Небольшую роль в выкармливании нимф клещей играет еж южный. Показатели индекса встречаемости на них составили 7,5 % для *D. reticulatus* и 3 % для *D. marginatus*. Индексы обилия – 0,7 и 0,2 соответственно. Клещи *D. niveus* при проведении эпизоотологического обследования были нами собраны в 2016 и 2018 гг. с КРС и МРС в восточных районах Ставропольского края. Средний ИО клещей данного вида на КРС составил 0,04, на МРС 0,02. Средний ИД 0,4 и 0,3 % соответственно.

#### 2.2.1.4. Физиологический возраст иксодовых клещей рода *Dermacentor Koch, 1844* как показатель состояния популяции

Схематично возрастной состав популяции *D. marginatus* можно представить следующим образом. Весной (март, апрель), в пик активности, основную часть популяции (более 80 %) составляют клещи II и III ФВ. Это особи, перелинявшие в прошлом году. Весенние особи II ФВ сохраняют вид недавно перелинявших, по-видимому, за счет поздней осенней линьки. Они впервые активизируются после зимовки. Из особей III ФВ часть была активна уже осенью прошлого года и, возможно, просто возобновили свою активность, выйдя из зимнего оцепенения весной следующего года. Небольшую часть популяции (около 19 %) в этот период составляют особи IV ФВ, которые перелиняли из нимф и активизировались во второй половине лета, потратив к зиме большую часть запасных питательных веществ, благополучно перезимовали и вновь активизировались весной. В мае процент недавно активизировавшихся особей (II ФВ) заметно уменьшается. В сборах в этот период преобладают (более 60 %) сильно истощенные особи IV ФВ. Летом на фоне общего снижения численности клещей почти полностью исчезают недавно активизировавшиеся клещи. Летняя популяция клещей представлена в основном особями III и IV (более 99 %) ФВ. Осенью, во второй пик активности, основная часть популяции также представлена особями III и IV ФВ (более 94 %). Особи II ФВ появляются в начале сентября. Вероятно, активизация свежеперелинявших особей во второй пик активности во многом зависит от благоприятных климатических условий, однако, именно за счет активных свежеперелинявших клещей возможно повторное осеннее увеличение доли особей II ФВ в природной популяции. Судя по данным, есть достоверные тенденции обнаружения клещей III ФВ во второй - третий месяцы года. В период с пятого по девятый месяцы больше обнаруживается клещей IV ФВ. К одиннадцатому месяцу вновь растет процент особей III ФВ.

В течение всего периода наблюдений за клещами *D. reticulatus* в основном преобладали экземпляры III ФВ. Доля их колеблется от 34,3 до 76,8 %. Доля имаго II ФВ достигает максимального значения в ноябре, что, вероятно, связано с появлением и активизацией нового поколения. Старые клещи IV ФВ встречались в наибольшем количестве в сентябре. В состав зимующих имаго входят клещи III - IV физиологического возраста. Весной (март) среди первых активных клещей преобладают клещи с признаками III ФВ, которые, вероятно, были активны осенью и успешно перенесли зиму, но успели растратить часть запасов гемоглобина. Небольшую часть составляли клещи с внешними признаками II ФВ, которые, возможно, осенью поздно слиняли и, перезимовав, сохранили вид недавно перелинявших и клещи IV ФВ, которые были активны осенью, благополучно перезимовали и вновь активизировались весной. В апреле и мае встречалось небольшое число молодых, впервые активизировавшихся имаго. Преобладали в майских и апрельских сборах «зрелые» клещи III ФВ. Это клещи нового поколения, но успевшие «постареть» за счет весенней, а, возможно, и осенней активности. В майских сборах встречается небольшое количество особей IV ФВ. В июне процент недавно активизировавшихся особей II ФВ заметно уменьшается. Основную массу в этот период составляют особи III ФВ. Одновременно наблюдается увеличение числа сильно истощенных особей IV ФВ.

Таким образом, сезон активности имаго начинают в основном зрелые особи III физиологического возраста. Они преобладают с марта до конца апреля. К середине мая заметно увеличивается доля старых особей IV физиологического возраста, а к концу мая они начинают преобладать. Летняя популяция почти полностью состоит из зрелых и старых особей. Осенью происходит постепенное нарастание доли молодых особей II физиологического возраста.

Имеются достоверные отличия между полученными показателями для сезонов по каждой возрастной группе. Во всех случаях полученные доверительные границы сравниваемых долей возрастных групп голодных имаго в разные периоды активности не совпадают, и поэтому следует считать различия между долями существенными с высокой надежностью. Полученные нами результаты несколько отличаются от результатов, полученных И.В Разумовой, т.к. по нашим данным, молодые клещи II ФВ появляются в начале октября, достигая максимума к

началу ноября. В сентябре встречались 2 основные возрастные группы: зрелые - III ФВ, которые поздно активизировались весной, и старые - IV ФВ. Клеши II и III ФВ преобладают в сборах до середины ноября. В это же время, в сборах начинают появляться клещи с сильно морщинистой кутикулой, соответствующие IV ФВ.

Осенний пик активности может происходить как за счет повторной активизации клещей, бывших активными весной, так и проявлением активности недавно перелинявших особей. На зимовку уходят как активные особи, так и не завершившие послелиночного доразвития клещи. Основная их масса становится активной сразу после зимовки. У тех особей, которые ушли на зимовку, не закончив послелиночного доразвития, эта стадия заканчивается в следующем весеннем сезоне. Растянutosть её завершения связана со сроками линьки нимф прошлой осенью, разницей в микроклимате мест развития. Летом численность клещей в природе заметно уменьшается как за счет нахождения ими прокормителя, так и за счет естественной гибели от истощения. В июне-июле число особей IV ФВ максимальное. Достигнув этого возраста, большинство клещей погибает. В связи с растянutosью весенней активизации часть клещей, перелинявших осенью прошлого года, доживают до конца активности следующего года. Следовательно, осенняя популяция клещей состоит из особей двух генераций.

### 2.2.1.5. Подходы к прогнозированию численности клещей рода *Dermacentor* Koch, 1844.

При прогнозировании численности иксодид рода *Dermacentor* мы сопоставили изменения ФВ с изменениями обилия активных особей по методике предложенной Расницыным С.П. для клещей *Ixodes ricinus*. Нами эта методика адаптирована для клещей рода *Dermacentor*. С этой целью каждые 7-10 дней проводили учет обилия на фиксированном маршруте стационарного участка наблюдения и сбор клещей для последующего определения их ФВ. По внешним признакам отобраны наиболее различающиеся по ФВ особи. Характеристикой ФВ группы служило среднее значение ФВ особей входящих в состав группы. Средний возраст группы рассчитывали по формуле:

$$x = \sum x_i w_i / \sum w_i$$

$x_i$  - возраст группы;  $w_i$  - количество входящих в группу экземпляров;

Для сопоставления возраста группы с её обилием использовали не абсолютные показатели обилия (число особей на единицу учета), а относительное – обилия в день учета, взятое в процентах от максимального значения обилия этой группы за сезон (рисунок 2). Сопоставление проводили только для самок.

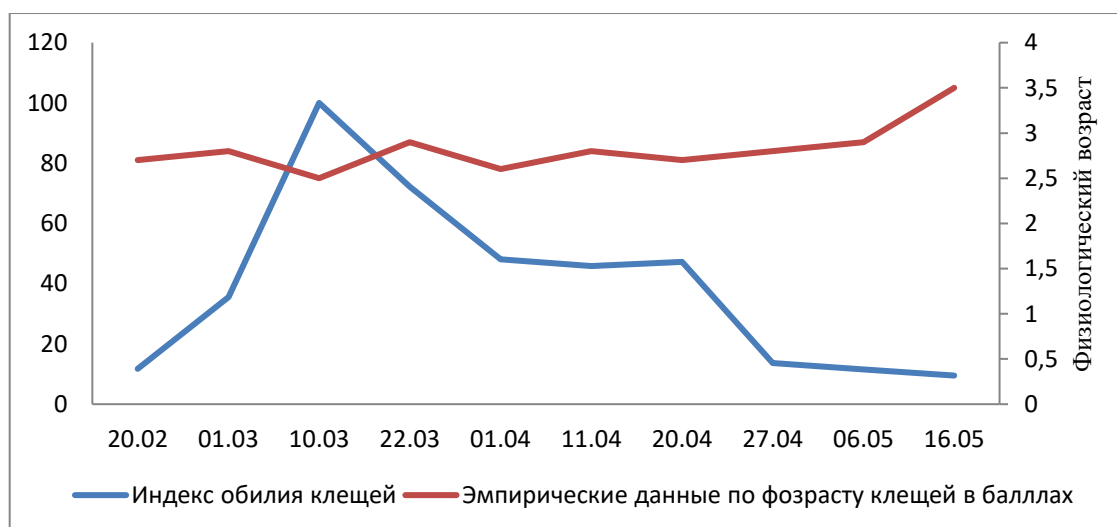


Рисунок 2. Изменение возраста и сезонного обилия самок *D. reticulatus* в сезоне активности 2022 года. По оси абсцисс: дата наблюдений. По оси ординат: справа – средний возраст группы в баллах; слева – обилие клещей

Для определения состояния активной части взрослых клещей на любой момент времени (последующий или предшествующий) по её состоянию на момент исследования необходимо рассчитать показатель скорости «старения» клещей ( $c$ ). Значение этого параметра высчитывали с помощью уравнения:

$$c = \frac{\ln(4.0 - V_i) - \ln(4.0 - V_k)}{tk - ti}$$

$i$  и  $k$  – любые, но неодинаковые моменты времени;  $V_i$  – средний возраст группы клещей на момент времени  $i$ ;  $V_k$  – средний возраст группы клещей на момент времени  $k$ .

Для примера рассчитаем скорость старения самок *D. reticulatus*. Было установлено, что 20.04.2023 года возраст активной популяции самок был 2,7 балла, а 27.04.2023 – 2,8. По этим данным определяем параметр  $c$ :

$$c = \frac{\ln(4.0 - 2.7) - \ln(4.0 - 2.8)}{8} = 0,004$$

Что бы узнать когда группа достигнет определенного возраста, т.е для определения  $t_x$  по заданному  $V_x$  формулу 1 нужно преобразовать заменив  $k$  на  $x$

$$tx - tk = \frac{\ln(4.0 - V_i) - \ln(4.0 - V_k)}{c}$$

Для определения возраста на какой- то заданный момент времени формулу 2 нужно представить в виде

$$\ln(4.0 - V_x) = \ln(4.0 - V_i) - c(t_x - t_i)$$

обозначив  $y = \ln(4.0 - V_i) - c(t_x - t_i)$  имеем

$$V_x = 4.0 - e^y$$

где  $e$  – основание натуральных логарифмов

Зная  $c$  вычисляем возраст активных клещей на 16.05.2023 (на эту дату имеются эмпирические данные). За точку отсчета возьмем 20.04.2023. Используя формулу 3 для 16.05 имеем

$$\ln(4.0 - V_{16.05}) = \ln(4.0 - 2.7) - 0,004 \times 26 = 0,009$$

$$V_{16.05} = 4,0 - 2,7^{0,009} = 4,0 - 1,0 = 3$$

Таким образом, величина среднего возраста активных клещей на 16.05. равна 3 балам.

Для примера попробуем определить конец сезона активности самок. Для этого надо определить дату, когда возраст группы был равен примерно 3,5 баллам. Используя формулу 2 получаем, что возраст в 3,5 балла группа имеет спустя 47 дней после 20.04.2023, то есть клещи становятся малочисленными с 03.06.2023 г.

$$tx - t_{20.04} = \frac{\ln(4.0 - 2.7) - \ln(4.0 - 3.5)}{0,004} = 47$$

## 2.2.2. Зараженность иксодовых клещей рода *Dermacentor* Koch, 1844 возбудителями природно-очаговых инфекций на территории Центрального Предкавказья

### 2.2.2.1. Исследование иксодовых клещей на зараженность возбудителем туляремии

В период с 2015 г. по 2022г. исследовано 10832 экз. клещей *D. marginatus* и 10946 экз. клещей *D. reticulatus*, из которых составлено 1359 и 1049 пулов соответственно. ДНК возбудителя туляремии обнаружена в 58 пулах *D. marginatus* и в 49 пулах *D. reticulatus*. Количество зараженных пулов составило 4,3 и 4,7 % соответственно. Также исследовано 109 экз. *D. niveus* (40 пулов), ДНК возбудителя туляремии обнаружена в 2 пулах (5 %).

Зараженность клещей рода *Dermacentor* неодинакова по различным ландшафтным зонам. Наибольшее количество положительных результатов получено от голодных клещей, собранных с растительности в лесостепной ландшафтной зоне – 32,8 % *D. marginatus* и 31,6 % от *D. reticulatus* (от общего количества положительных результатов, полученных от голодных клещей). В предгорной ландшафтной зоне больше положительных проб получено от клещей *D. reticulatus* – 15,8 %. От *D. marginatus* было получено девять положительных проб, что составило 11,8 %. В степной ландшафтной зоне положительные результаты получены только от *D. marginatus* – 6,6 %. В полупустынной ландшафтной зоне одну положительную пробу (1,3 %) дали клещи *D. reticulatus*.

Нами было проведено комплексное изучение ФВ иксоид и естественной встречаемости возбудителя туляремии в них в течение 6 (2016-2022 гг.) сезонов активности. При исследовании иксодовых клещей ДНК возбудителя туляремии преимущественно выявляли от клещей *D. marginatus*. Этот вид в природных условиях очага тесно связан в своем развитии с грызунами. Возбудитель туляремии передается клещами *D. marginatus* трансфазово, что обеспечивает его длительное сохранение в природном очаге.

Наши исследования указывают на достоверную связь между физиологическим возрастом клещей *D. marginatus* и заражённых особей. Значение хи-квадрата Пирсона для вида *D. marginatus* равно 23,60153 при числе степеней свободы  $df=2$ ,  $N= 2586$  и уровне значимости  $p=0,00001$ . Так же имеется достоверно выраженная связь более частого обнаружения зараженных клещей II ФВ ( $p=0,00000$ ) по сравнению с экземплярами III ( $p=0,00003$ ) и IV ( $p=0,98845$ ) ФВ.

Для клещей *D. reticulatus* не выявлено статистически значимой зависимости обнаружения возбудителя туляремии от физиологического возраста. Значение хи-квадрата Пирсона для этого вида 23,60153 при числе степеней свободы  $df=2$ ,  $N= 2586$  и уровне значимости  $p=0,00001$ .

Согласно исследованиям В.Г. Петрова (1958), возбудитель туляремии может сохраняться в клещах *D. marginatus* до 686 дней. С течением времени количество возбудителя в клещах снижается. Через 228 – 232 дня после инфицирования процент зараженных клещей уменьшается до 44,4. По нашему мнению, с этим явлением связана более высокая вероятность обнаружения зараженных клещей II ФВ по сравнению с III и IV. т.е с течением времени происходит очищение организма клеща от возбудителя туляремии, поэтому более «старые» клещи реже обнаруживаются зараженными.

В связи с тем, что выход возбудителя туляремии из имаго в популяцию грызунов невозможен, они утрачивают значение в поддержании циркуляции *F. tularensis* среди грызунов. Значение *D. marginatus* и *D. reticulatus* остается только в пожизненном сохранении возбудителя туляремии и передаче их следующим поколениям. Мы предлагаем рассматривать клещей рода *Dermacentor* как «маркеров» эпизоотий туляремии, происходивших в предыдущие годы, т.к. эти виды, не только длительно сохраняют возбудителя туляремии, но многочисленны и имеют широкое распространение.

#### **2.2.2.2. Исследование иксодовых клещей на зараженность возбудителем лихорадки Ку**

Для исследования инфицированности клещей возбудителем лихорадки Ку в период с 2016 по 2022 гг. исследовано 5803 экз. *D. marginatus*, из которых сформировано 781 пулов, 5975 экз. *D. reticulatus* (791 пул) и 43 экз. *D. niveus* (18 пулов). ДНК *Coxiella burnetii* обнаружена в 40 пулах (5,1 %) *D. marginatus*, в 32 пулах (4 %) *D. reticulatus* и в 2 пулах *D. niveus* (11,1 %).

Наибольшее количество положительных результатов (84,6 %) среди *D. reticulatus* получено от голодных клещей собранных методом «на флаг». У *D. marginatus* наибольшее количество положительных проб получено от клещей, собранных с МРС – 44,8%.

Наибольшее количество положительных результатов получено от клещей *D. marginatus*, собранных в полупустынной ландшафтной зоне – 40,9 % (от общего количества положительных результатов). В лесостепной ландшафтной зоне больше положительных проб получено от клещей *D. reticulatus* – 11,4 %. От *D. marginatus* было получено 2 положительных пробы, что составило 4,5 %. В предгорной ландшафтной зоне от клещей *D. marginatus* получено 9 положительных результатов (20,5 %), от *D. reticulatus* 1 положительная проба (2,3 %). От клещей, собранных в степной ландшафтной зоне, положительных результатов не получено. Больше положительных проб получено от клещей *D. marginatus* – 40 пулов (54,1 %).

Анализ таблиц сопряженности указывает на то, что у клещей *D. reticulatus* и *D. marginatus* есть достоверная связь между ФВ и выявляемостью зараженных особей. Значение хи-квадрата Пирсона для *D. reticulatus* равно 10,47773 при числе степеней свободы  $df=2$  и уровне значимости  $p=0,00531$ . Имеется достоверно выраженная связь более частого

обнаружения зараженных клещей II ФВ ( $P=0,0029$ ) по сравнению с III и IV физиологическим возрастом.

Не обнаружено разницы в зараженности клещей вида *D. marginatus* в зависимости от физиологического возраста. Значение хи-квадрата Пирсона для этого вида равно нулю при числе степеней свободы  $df=2$  и уровне значимости  $p=0,99309$

Полученные данные подтверждают наличие *C. burnetii* на территории Центрального Предкавказья и позволяют предположить большую значимость иксодовых клещей как важного фактора циркуляции и поддержания уровня возбудителя в природных очагах.

### 2.2.2.3. Исследование иксодовых клещей на зараженность возбудителями клещевых риккетсиозов

На территории Центрального Предкавказья в клещах рода *Dermacentor* обнаружены 5 видов риккетсий - *Rickettsia slovaca*, *R. raoultii*, *R. helvetica*, *R. aeschlimannii*, *R. massiliae*.

В период 2015 – 2016 и 2018 - 2022 гг на зараженность возбудителями клещевых риккетсиозов исследовано 5550 экз. *D. marginatus*, из которых сформировано 612 пулов, 5559 экз. *D. reticulatus* (637 пулов) и 104 экз. *D. niveus* (37 пулов). ДНК возбудителя клещевых риккетсиозов обнаружена в 187 пулах *D. marginatus* (30,5 %), в 204 пулах *D. reticulatus* и в 8 пулах *D. niveus* (21,6 %).

Наибольшее количество положительных результатов получено от клещей, собранных методом «на флаг». Процент положительных проб у *D. marginatus* составляет 56,4, а у *D. reticulatus* – 85,5.

Наибольшее количество положительных результатов получено от голодных клещей, собранных с растительности в предгорной ландшафтной зоне – 32,8 % от *D. marginatus* и 25,6 % от *D. reticulatus*. В лесостепной ландшафтной зоне больше положительных пулов выявлялось от клещей *D. reticulatus* – 11,6 %. От *D. marginatus* было получено 34 положительных пула, что составило 11,3 %. В степной ландшафтной зоне от *D. marginatus* получено 9 % положительных результатов, от *D. reticulatus* 6,6%. В полупустынной ландшафтной зоне обнаружена 1 положительная проба клещей *D. reticulatus* (0,3 %) и 11 *D. marginatus* 11 (3,7%). В целом больше положительных проб получено от клещей *D. marginatus* – 168 пулов (55,6 %).

Наши исследования указывают на достоверную связь между ФВ клещей *D. reticulatus* и обнаружением возбудителя риккетсиоза в них. Значение хи-квадрата Пирсона для этого вида равно 29,39398 при числе степеней свободы  $df=2$  и уровне значимости  $p=0,00000$ . Достоверно выражена связь более частого обнаружения зараженных клещей II ( $p=0,0000$ ) и III ( $p=0,0001$ ) физиологических возрастов по сравнению с IV ( $p=0,0414$ ). Такая же достоверность установлена и для клещей *D. marginatus*. Значение хи-квадрата Пирсона для этого вида равно 34,07810 при числе степеней свободы  $df=2$  и уровне значимости  $p=0,00000$

### ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, значительная часть территории Центрального Предкавказья может рассматриваться как зона потенциального распространения клещей рода *Dermacentor*. Виды *D. marginatus*, *D. reticulatus* эвритопные - обладают широкой экологической валентностью и могут встречаться в разных типах рассмотренных биотопов. *D. niveus* - стенотопный вид, предпочитающий определенное местообитание. Сроки развития одного поколения клещей в различных ландшафтных зонах Центрального Предкавказья различаются в среднем на одну – две недели. Большое эпизоотологическое значение имеют клещи II ФВ т.к. в процессе старения клещей происходит «очищение» их организма от возбудителей инфекции. Изменение возрастного состава активных клещей взаимосвязано с сезонным ходом их обилия. Эта взаимосвязь позволяет прогнозировать ход сезонного обилия по их возрасту.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При моделировании в среде Maxent выявлено, что наибольшее влияние на пространственное распределение *D. marginatus*, *D. reticulatus* оказывает комплекс факторов, который включает три биоклиматические переменные – количество осадков самого сухого периода, суточные колебания температуры (среднемесячные), изотермальность. Для *D. niveus* – средняя температура самого сухого квартала; сезонность выпадения осадков (коэффициент вариации), средняя температура самого влажного квартала.

Виды *D. reticulatus* и *D. marginatus* эвритопные - обладают широкой экологической валентностью и могут встречаться в разных типах рассмотренных биотопов. *D. niveus* – стенотопный вид, предпочитающий определенное местообитание, но имеющий в этом биотопе нестабильную численность. Для *D. reticulatus* важнейшим биоклиматическим фактором является количество осадков. В своем биотопическом распределении тяготеет к берегам рек и озер ( $F_{ij}$  = от 0,5 до 0,9). *D. marginatus* может существовать при значительных колебаниях влажности. Вид более требователен к температуре и в своем биотопическом распределении предпочитает целинные участки, характеризующиеся более высокой степенью прогревания ( $F_{ij}$  = от 0,5 до 0,8). *D. niveus* более требователен к теплу. В своем биотопическом распределении предпочитает закрытые окультуренные биотопы ( $F_{ij}$  = 0,4). Сроки развития одного поколения клещей на территории Центрального Предкавказья наступают позже в лесостепных и предгорных ландшафтах, чем в степных и полупустынных в среднем на одну - две недели.

Сезон активности имаго начинают в основном зрелые особи III физиологического возраста. Они преобладают с марта до конца апреля. К середине мая увеличивается доля старых особей IV физиологического возраста, а к концу мая они начинают преобладать. Летняя популяция представлена зрелыми и старыми особями. Осенью происходит постепенное нарастание доли молодых особей II физиологического возраста. Несмотря на появление нового поколения имаго к осени, в весенний период всё же наблюдается значительно более молодой состав популяции, чем в осенний.

Изменение возрастного состава активных клещей взаимосвязано с сезонным ходом обилия. Эта связь позволяет вычислить состояние популяции взрослых клещей на любой (в течении сезона) момент по её состоянию в известный период времени.

Обнаружена достоверно выраженная связь между физиологическим возрастом клещей *D. marginatus* и выявлением ДНК возбудителя туляремии в них, а также связь более частого обнаружения зараженных клещей II ФВ, по сравнению с экземплярами III и IV ФВ. С течением времени количество возбудителя в клещах снижается. С этим явлением связана более высокая вероятность обнаружения зараженных клещей II ФВ по сравнению с III и IV. т.е с течением времени происходит очищение организма клеща от возбудителя туляремии, поэтому более «старые» клещи реже обнаруживаются зараженными. В связи с высокой продолжительностью жизни, широким распространением и многочисленностью клещей рода *Dermacentor* можно рассматривать как «маркеров» эпизоотий туляремии, происходивших в предыдущие годы.

Установлена достоверно выраженная связь более частого обнаружения зараженных *S. burnetii* клещей II ФВ по сравнению с III и IV ФВ. При рассмотрении зависимости обнаружения возбудителей клещевых риккетсиозов в клещах от их физиологического возраста статистически значимые результаты получены и для *D. marginatus* и для *D. reticulatus*. Наиболее часто обнаруживаются зараженные клещи II и III ФВ по сравнению с IV ФВ.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Результаты, полученные в диссертационной работе, могут применяться при составлении учебно-методических пособий и монографий прогнозированию численности и возрастному составу иксодовых клещей рода *Dermacentor*, а также для организации учебного процесса по паразитологии в высших учебных заведениях ветеринарного и биологического образования.

Результаты исследования рекомендуется использовать специалистам паразитологам при организации и проведении эпизоотологического мониторинга территорий. В частности, до начала сезона массового паразитирования рекомендуем проводить рекогносцировочные

обследования территории для сбора клещей рода *Dermacentor* (ориентируясь на биотопическую приуроченность), определения их физиологического возраста и дальнейшего прогнозирования их сезонного обилия с целью корректировки сроков проведения обследования.

В связи с глобальным изменением климата рекомендуем моделирование потенциальных мест обитания клещей рода *Dermacentor* в среде MaxEnt для контроля изменения их ареалов.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем планируется совершенствование методики краткосрочного прогноза и разработка методических рекомендаций по прогнозированию численности иксодовых клещей рода *Dermacentor* в природных очагах трансмиссивных инфекций.

С целью совершенствования прогнозирования эпизоотологического процесса уточнить причины снижения зараженности иксодовых клещей рода *Dermacentor*.

Для целенаправленного поиска эпизоотий туляремии установить корреляционную связь между физиологическим возрастом и зараженностью по годам иксодовых клещей рода *Dermacentor*.

### Список опубликованных работ по теме диссертации

#### Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК:

1. Ермолова, Н.В. Видовой состав и сезонная динамика численности иксодид на территории Кавказских Минеральных Вод Ставропольского края / Н. В. Ермолова, **Е. В. Лазаренко**, А. Ю. Жильцова, Л.И. Шапошникова, И. Н. Заикина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. - № 3. - С. 656.

2. Лазаренко Е.В. Сезонные изменения физиологического возраста имаго природной популяции *Dermacentor marginatus* (Acari, Ixodidae) в условиях Центрального Предкавказья / **Е.В. Лазаренко**, Л.И. Шапошникова, Н.В. Ермолова // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. - 2021. - № 1. - С. 3-8.

3. Лазаренко, Е.В. Исследования клещей рода *Dermacentor* (Acari; Ixodidae) на естественную встречаемость возбудителя туляремии в условиях Центрального Предкавказья/**Е.В. Лазаренко**, О.А. Гнусарева, Л.И. Шапошникова, В.М. Дубянский //Российский паразитологический журнал. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 29-33.

4. Лазаренко, Е.В. Исследования клещей рода *Dermacentor* (Acari; Ixodidae) на естественную встречаемость возбудителя лихорадки Ку в условиях Центрального Предкавказья /**Е.В. Лазаренко**, Н.В. Ермолова, А.Ю. Жильцова, Л.И. Шапошникова // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2022. – № 4. – С. 3-8.

#### Статьи в других научных изданиях:

5. Shaposhnikova, L. Materials on the Biology of Preimaginal Phases of Ticks (Acari: Ixodidae) in the South of the European Part of Russia / L. Shaposhnikova, **Е. Lazarenko**, N. Ermolova // Joint Meeting of the German Society for Medical Entomology and Acarology (DGMEA) and the Workshop on Tick-borne Diseases of the National Reference Laboratory for Q-Fever, in Berlin, September 30<sup>th</sup> – October 2<sup>nd</sup>. - Jena, 2014. – P. 54-55.

6. Шапошникова, Л. И. Сезонная динамика численности иксодовых клещей в различных ландшафтах Ставропольского края и Карачаево-Черкесской республики / Л. И. Шапошникова, **Е. В. Лазаренко**, Н. В. Ермолова // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. - Ставрополь: Параграф, 2014. - Вып. 10. - С. 44 – 48.

7. Лазаренко, Е.В. Иксодовые клещи (Acari:Ixodidae) – переносчики особо опасных инфекций территории Кавказских Минеральных Вод / **Е. В. Лазаренко**, Н. В. Ермолова // Общие угрозы – совместные действия. Ответ государств БРИКС на вызовы опасных инфекционных болезней: матер. международ. конф. (23-24 июня 2015 г., Москва). – М., 2015. – С. 223–225.

8. Лазаренко, Е.В. Паразито-хозяйинные связи клещей рода *Dermacentor* Koch в условиях Предкавказья / **Е.В. Лазаренко** // Инновации в науке. – 2016. - № 55-1. – С. 28-31.
9. Лазаренко, Е. В. К изучению возрастного состава имаго природных популяций клещей *Dermacentor reticulatus* Herm, 1804 (*Acari, Ixodidae*) в Центральном Предкавказье / **Е.В. Лазаренко** // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2017. – № 3. – С. 3–6.
10. **Лазаренко, Е.В.** Изучение температурных условий обитания иксодовых клещей *Dermacentor reticulatus* в Центральном Предкавказье / **Е.В. Лазаренко**, Н.В. Ермолова // Актуальные проблемы болезней, общих для человека и животных [Электронный ресурс]: материалы II Всероссийской научно-практической конференции / под ред. А.Н. Куличенко. – Ставрополь, 2017. – С. 162–163.
11. Лазаренко, Е.В. Иксодовые клещи (*Acari, Ixodidae*) Ставрополя и окрестностей / **Е.В. Лазаренко**, Н.В. Ермолова // Актуальные вопросы инфекционной патологии Юга России: матер. II Межрегион. науч.-практ. форума специалистов, Краснодар, 22 – 24 мая 2017 г. – Краснодар, 2017. – С. 82 - 85.
12. Лазаренко, Е.В. Биотопическое распределение иксодовых клещей рода *Dermacentor Koch* в Центральном Предкавказье:[по матер. XI съезда Всероссийского научно-практического общества эпидемиологов, микробиологов и паразитологов «Обеспечение эпидемиологического благополучия: вызовы и решения», Москва, 16–17 ноября, 2017 г.] / **Е.В. Лазаренко** // Инфекция и иммунитет. – 2017. – № 5. – С. 456 - 457.
13. Лазаренко, Е.В. Видовой состав и численность иксодовых клещей (*Ixodidae*) в антропоургических биотопах / **Е.В. Лазаренко**, Н.В. Ермолова // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества: матер. X международной науч.-практ. интернет-конф. (5 октября 2017 г.). – Вып. 13. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. – С. 68-71.
14. Лазаренко, Е.В. Значение клещей рода *Dermacentor Koch, 1844 (Acari, ixodidae)* в формировании структуры природных очагов трансмиссивных инфекций Центрального Предкавказья / **Е.В. Лазаренко**, Н.В. Ермолова // Труды центра паразитологии ин-та проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. – М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2018. – Т. 1. Биоразнообразие паразитов / отв. ред. С.О. Мовсесян. – С. 122–124.
15. Иксодофауна региона Кавказских Минеральных Вод в весенний период 2018 года / Н.В. Ермолова, **Е.В. Лазаренко**, А.Ю. Жильцова // Здоровье населения и среда обитания: матер. науч.-практ. конф. 22-я ежегодная Неделя медицины Ставрополя. – Ставрополь: Параграф, 2018. – С. 167–171.
16. Лазаренко, Е.В. Исследования физиологического возраста имаго природных популяций иксодовых клещей *Dermacentor marginatus* (Sulz.) в Центральном Предкавказье / **Е.В. Лазаренко**, А.Ю. Жильцова // Актуальные вопросы инфекционной патологии Северо-Запада России: тез. III Межрегионального Форума специалистов (Санкт-Петербург, 25–26 апр. 2018 г.). – М.: Пре100принт, 2018. – С. 65–66.
17. Лазаренко, Е.В. Специфичность паразито-хозяйинных связей каждой активной фазы иксодовых клещей рода *Dermacentor, Koch* Центрального Предкавказья / **Е.В. Лазаренко**, Н.В. Ермолова // Зоосоциология наземных позвоночных: матер. конф. с международным участием, посвящ. 80-летию со дня рождения профессора О.В. Митропольского (Ташкент, 9-11 окт., 2018 г.). – Ташкент: Print Media, 2018. -С. 67-69.
18. Зайцева, О.А. Сравнительная характеристика эпидемиолого-эпизоотологической ситуации по иксодовому клещевому боррелиозу в Ставропольском крае / О.А. Зайцева, Л.А. Кот, **Е.В. Лазаренко** // Актуальные проблемы болезней, общих для человека и животных: матер. III Всеросс. науч.-практ. конф. с международным участием (24-25 апр. 2019 г.) / [под ред. А.Н. Куличенко]. – Ставрополь: Экспо-Медиа, 2019. – С. 34-35.
19. Ермолова, Н.В. Иксодовые клещи – переносчики природно-очаговых заболеваний на территории рекреационных зон региона Кавказских минеральных вод /Н.В. Ермолова, **Е.В. Лазаренко**, А.Ю. Жильцова, О.А. Гнусарева, Т.И. Чишенко, О.А. Зайцева// Труды Ставропольского отделения РЭО: материалы XII Международной научно-практической

интернет-конференции (Ставрополь, 30 октября 2019 г. К 15-летию Ставропольского отделения Русского энтомологического общества РАН). – Ставрополь: Параграф, 2019. – Вып. 15. – С. 146-149.

20. Ермолова, Н.В. Иксодовые клещи – переносчики боррелиоза на территории рекреационных зон региона Кавказских минеральных вод: [по материалам XXV юбилейной ежегодной Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы клиники и эпидемиологии инфекционных болезней», посвященной 75 летию Победы в Великой Отечественной войне, Махачкала, 30-31 октября 2020 г.] / Н.В. Ермолова, **Е.В. Лазаренко**, А.Ю. Жильцова, О.А. Зайцева // Вестник ДГМА. – 2020. - №3 (36). Приложение. - Махачкала: RIZO- PRESS, 2020. – С. 31-32.

21. Шапошникова Л.И. Результаты учета численности иксодовых клещей в г. Ставрополе [по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы болезней, общих для человека и животных»] / Л.И. Шапошникова, **Е.В. Лазаренко**, О.А. Гнусарева // Инфекционные болезни в современном мире: эволюция, текущие и будущие угрозы : сборник трудов XIII Ежегодного Всероссийского Конгресса по инфекционным болезням имени академика В.И. Покровского, Москва, 24–26 мая 2021 года. – Москва: Медицинское маркетинговое агентство, 2021. – С. 225.

22. Ермолова, Н.В. Возбудители природно-очаговых инфекций, обнаруженные в пробах иксодид на территории рекреационных зон Кавказских Минеральных Вод / Н.В. Ермолова, **Е.В. Лазаренко**, А.Ю. Жильцова [и др.] // Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. Вып. 17. – Ставрополь: Параграф, 2021. - С. 128-131.

23. Ермолова, Н.В. Видовой состав иксодовых клещей города Кисловодска и его окрестностей, собранных с домашних животных в 2021 году / Н.В. Ермолова, **Е.В. Лазаренко**, Ю.С. Артюшина [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций на Северном Кавказе: материалы региональной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 70-летию со дня основания ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора/ под ред. А.Н. Куличенко. – Ставрополь, 2022. – С. 80-81.

24. Лазаренко, Е.В. Пространственное моделирование распространения клещей рода *Dermacentor* (*Acari*; *Ixodidae*) на территории Центрального Предкавказья в программной среде MaxEnt/ **Е.В. Лазаренко**// Проблемы особо опасных инфекций на Северном Кавказе: материалы региональной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 70-летию со дня основания ФКУЗ Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора / под ред. А.Н. Куличенко. – Ставрополь, 2022. – С. 100-101.