

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ «КАЗАНСКАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ
МЕДИЦИНЫ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА»

Кафедра эпизоотологии, паразитологии
и патологической анатомии

Учебное пособие
по дисциплине «Управление рисками при зоонозах»
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
36.05.01 Ветеринария



г. Казань, 2025

УДК 619:614.2(073)

ББК 48.2

Равилов, Р.Х. **Управление рисками при зоонозах** / Р.Х Равилов, Д.Н. Мингалеев, М.А. Ефимова, О.Т. Муллакаев, А.И. Трубкин, Г.С. Фролов, Т.М. Закиров // Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2025. – 118 с.

Рецензенты:

Профессор кафедры микробиологии, вирусологии
и иммунологии, д-р. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО Казанский ГАУ

В.В. Евстифеев

Заведующий лабораторией бактериальных
болезней молодняка
ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», д.б.н.

Г.Н. Спиридовонов

Учебное пособие «**Управление рисками при зоонозах**» утверждено и рекомендовано к печати на заседании кафедры эпизоотологии, паразитологии патологической анатомии «15» сентября 2025 года (протокол №3).

Учебное пособие «**Управление рисками при зоонозах**» обсуждено, одобрено и рекомендовано к печати на заседании Методического совета ФГБОУ ВО Казанский ГАУ от «17» октября 2025 года (протокол № 1).

В учебном пособии представлены современные подходы к прогнозированию и количественному анализу рисков зоонозов, применению комплексных методов для мониторинга эпизоотической ситуации, разработке профилактических и карантинных мероприятий в соответствии с международными стандартами, моделированию эпизоотических сценариев с учётом различных факторов, а также планированию мер для минимизации ущерба и обеспечения биологической безопасности.

Учебное пособие рассчитано для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 36.05.01 Ветеринария.

УДК 619:614.2(073)

ББК

Содержание

Список сокращений	4
Введение	5
Глава 1 Методология оценки рисков. Риск в эпизоотологии: терминология, основные определения и понятия	7
Глава 2 Значение и роль международных организаций (МЭБ, ФАО, ВОЗ) в контроле и управлении зоонозами. Эмерджентные, конвенционные, трансграничные болезни	34
Глава 3 Теории возникновения инфекционных заболеваний как основа комплексного подхода к оценке рисков зоонозов	44
Глава 4 Анализ риска в эпизоотологии. Статистические методы анализа	49
Глава 5 Методология оценки риска МЭБ. Анализ риска при импорте	67
Глава 6 Определение факторов риска при экспортно-импортных операциях и перемещениях животных в пределах Таможенного союза	73
Глава 7 Методы управления рисками в эпизоотологии. Мониторинг и прогнозирование эпизоотического процесса при зоонозах	77
Глава 8 Ландшафтно-географическая оценка рисков	88
Глава 9 ГИТ (геоинформационные технологии)	104
Контрольные вопросы	113
Список литературы	116

Список сокращений

ВТО	Всемирная торговая организация
ВООЗЖ	Всемирной организацией охраны здоровья животных
ВОЗ	Всемирной организацией здравоохранения
ГИС	Геоинформационные системы
ГИТ	Геоинформационные технологии
ЕАЭС	Евразийский экономический союз
МЭБ	Международное эпизоотическое бюро
ОР	оценка риска
ПВС	пограничная ветеринарная служба
ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация
(ООН)	Объединённых Наций (англ. Food and Agriculture Organization)
ФГИС	Федеральная государственная информационная система в
«ВетИС»	области ветеринарии
СФС	санитарные и фитосанитарные меры
ArcGIS	программный комплекс с модулями для эпидемиологического анализа
Big Data	Большие данные
EMPRES	система раннего предупреждения (Emergency Prevention System)
IPPC	International Plant Protection Convention (Международная конвенция по защите растений)
OIE	Office International des Epizooties
One Health	Единое здоровье
SIR	Susceptible, Infected, Recovered (восприимчивые – инфицированные – выздоровевшие)
WOAH	World Organisation for Animal Health (Всемирная организа́ция по охра́не здоро́вья живо́тных)

ВВЕДЕНИЕ

Эпизоотология и инфекционные болезни животных — одна из ключевых дисциплин ветеринарного факультета, направленная на изучение закономерностей возникновения, распространения и контроля заболеваний, поражающих сельскохозяйственных и диких животных. В условиях глобализации, интенсификации животноводства и изменения климата эпизоотологическая безопасность становится важнейшей составляющей продовольственной, экономической и экологической стабильности любого региона.

Дисциплина объединяет знания из эпидемиологии, микробиологии, паразитологии, ветеринарной гигиены, статистики и геоинформационных технологий, формирует умения проводить комплексную оценку рисков, разрабатывать и внедрять меры профилактики и борьбы с инфекционными очагами. Практический опыт, накопленный за столетия разведения и совершенствования сельскохозяйственных животных, служит основой для построения современных моделей распространения возбудителей болезней и выработки оптимальных стратегий их контроля.

Курс лекций «Управление рисками при зоонозах» представляет собой комплекс учебно-методических материалов, направленных на глубокое освоение процессов анализа, мониторинга и контроля инфекционных заболеваний, передающихся от животных к человеку. В условиях нарастающей интенсивности животноводства, глобализации торговых связей и климатических изменений именно грамотное управление зоонозными рисками обеспечивает продовольственную безопасность и защиту здоровья населения.

Каждая лекция курса сочетает теоретические основы и практические инструменты:

- **идентификация и количественная оценка рисков** возникновения и распространения зоонозов с использованием концепций риск-менеджмента;

- **статистические и пространственные методы анализа**, включая обработку данных ГИТ для мониторинга эпизоотической ситуации;
- **международные стандарты и рекомендации** (МЭБ, ФАО, ВОЗ) как основа разработки профилактических и карантинных мероприятий;
- **моделирование и прогнозирование** сценариев распространения инфекций с учётом биологических, экологических и социально-экономических факторов;
- **планирование и оптимизация мероприятий** (вакцинация, дезинфекция, организация карантинных зон) для эффективного реагирования на вспышки.

Курс лекций нацелен на развитие у студентов обучающихся по специальности «Ветеринария» ветеринарного факультета ключевых компетенций, включающих проведение комплексной оценки и количественного анализа рисков возникновения и распространения зоонозов, применение статистических и геоинформационных методов для мониторинга эпизоотической ситуации, разработку и обоснование профилактических и карантинных мероприятий в соответствии с международными стандартами (МЭБ, ФАО, ВОЗ), моделирование и прогнозирование эпидемических сценариев с учётом биологических, экологических и социальных факторов, а также планирование и оптимизацию мер реагирования — вакцинации, дезинфекции и организации карантинных зон — для минимизации ущерба и обеспечения био- и эпизоотологической безопасности [2,3,10,13, 20,21,23,24,25,26,38].

Глава 1

Методология оценки рисков.

Риск в эпизоотологии: терминология, основные определения и понятия

Концепция риска в эпизоотологии. Понятие «риск» включает в себя два ключевых компонента: вероятность реализации неблагоприятного события (явления) и размеры/тяжесть его последствий. В эпизоотологическом контексте это означает вероятность возникновения и распространения инфекционного заболевания среди животных и масштаб потенциального ущерба для животноводства, экономики и, в случае зоонозов, здоровья человека.

История развития теории анализа рисков. Теория анализа рисков была разработана еще в 1960-е гг. и первоначально применялась в технических и экономических областях. Со временем она оказалась чрезвычайно востребованной в биологических науках, в том числе в медицине и ветеринарии.

С начала XXI века анализ рисков сформировался в отдельное междисциплинарное научное направление, используемое повсеместно, в том числе для решения сложных эпизоотологических и эпидемиологических задач.

Либерализация экономических отношений — стирание политico-экономических барьеров в сфере международной торговли значительно ускорило товарооборот, включая продукцию животного происхождения.

Интенсификация международных контактов — экспоненциальный рост товарообмена, миграции людей и транспортных потоков между странами создал беспрецедентные условия для быстрого перемещения возбудителей инфекций на большие расстояния.

Стандартизация требований — унификация международных требований к животноводческому сырью, продукции и животным в рамках ВТО, ФАО и

МЭБ потребовала создания научно обоснованной и общепризнанной методологии оценки эпизоотологических угроз.

Признанием критической важности анализа рисков стало включение специальной главы 1.3, полностью посвященной этой методологии, в Кодекс здоровья наземных животных МЭБ — основополагающий международный документ в области ветеринарии.

Дополнительными факторами, способствовавшими внедрению анализа рисков, стали:

- появление новых и возвращение старых инфекционных заболеваний;
- изменение климата и его влияние на распространение векторов болезней;
- интенсификация животноводства и концентрация поголовья;
- развитие научных методов количественной оценки вероятности неблагоприятных событий;
- необходимость рационального использования ограниченных ресурсов ветеринарных служб.

Кроме того, развитие компьютерных технологий привело к созданию обширного специализированного программного обеспечения для проведения анализа риска, что значительно расширило возможности исследователей и практиков. Современные программные комплексы позволяют моделировать эпизоотические процессы, прогнозировать развитие вспышек и оценивать эффективность противоэпизоотических мероприятий.

В России применение программных комплексов для анализа эпизоотологических рисков находится в стадии активного развития. Используются как международные программные продукты, так и отечественные разработки.

Применяемые международные программы:

1. **ArcGIS** — этот программный комплекс с модулями для эпидемиологического анализа активно используется в Россельхознадзоре и подведомственных ему научных учреждениях, в частности, в ФГБУ «ВНИИЗЖ» (Федеральный центр охраны здоровья животных) и ФГБУ

- «ВГНКИ» (Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов);
2. **QGIS** — бесплатная альтернатива ArcGIS, используется в региональных ветеринарных службах и научно-исследовательских институтах для создания карт риска и пространственного анализа;
 3. **@RISK** и **Crystal Ball** — применяются для количественной оценки рисков в научных исследованиях и при разработке нормативных документов.

Отечественные разработки:

1. **ФГИС «ВетИС»** (Федеральная государственная информационная система в области ветеринарии) — включает в себя несколько подсистем, среди которых:
2. **«Меркурий»** — для электронной сертификации и прослеживаемости продукции;
3. **«Веста»** — для мониторинга лабораторных исследований;
4. **«Сирано»** — для раннего оповещения о выявленных случаях заболеваний;
5. **«Цербер»** — для контрольно-надзорной деятельности.

Эти компоненты в совокупности позволяют собирать данные и проводить аналитическую работу для оценки рисков:

1. **Эпизоотологический мониторинг** — информационно-аналитическая система, разработанная ФГБУ «ВНИИЗЖ», для сбора, обработки и анализа информации о распространении заболеваний животных;
2. **Программные комплексы ARRIAH-Risk** — разработки ФГБУ «ВНИИЗЖ» для оценки рисков при особо опасных болезнях животных;
3. **Региональные ГИС и информационные системы** — в ряде субъектов РФ разработаны и внедрены региональные информационные системы для мониторинга заболеваемости животных и оценки рисков.

Основные направления применения программных продуктов. В России программные комплексы для оценки рисков в ветеринарии применяются для:

- прогнозирования распространения опасных заболеваний животных (АЧС, ящур, грипп птиц и др.);
- планирования противоэпизоотических мероприятий;
- анализа рисков при международной торговле и трансграничных перемещениях животных;
- зонирования территории страны по степени риска;
- оценки эффективности ветеринарных мероприятий;
- оптимизации системы эпизоотологического надзора.

Текущие тенденции в анализе эпизоотологических рисков. В настоящее время в области анализа эпизоотологических рисков формируются следующие приоритетные тенденции:

- интеграция различных информационных систем в единую цифровую платформу ветеринарного надзора и анализа рисков;
- разработка отечественного программного обеспечения с учетом специфики эпизоотической ситуации в России;
- внедрение элементов искусственного интеллекта и машинного обучения;
- обучение специалистов работе с современными программными комплексами;
- создание специализированных центров компетенций по анализу эпизоотологических рисков;

Несмотря на значительный прогресс, остаются определенные проблемы:

- недостаточный уровень цифровизации в отдаленных регионах;
- потребность в квалифицированных кадрах для работы со сложными аналитическими системами;
- необходимость дальнейшей гармонизации методологических подходов с международными стандартами.

В перспективе ожидается:

- более широкое внедрение облачных технологий;
- развитие систем предиктивной аналитики;

- создание национальной платформы для анализа эпизоотологических рисков;
- углубление международного сотрудничества в области обмена данными и методологиями оценки рисков.

Важно отметить, что развитие программных комплексов для оценки рисков в ветеринарии в России идет в русле общемировых тенденций, но с учетом национальной специфики и приоритетов обеспечения биологической и продовольственной безопасности страны.

В современных условиях анализ рисков стал неотъемлемой частью системы принятия решений на всех уровнях ветеринарной службы — от локального до глобального.

Ключевые принципы и структура анализа риска в эпизоотологии

Основополагающие требования к методологии. Главные требования к проведению анализа риска - это использование единых (сходных) методов и принципов оценки эпизоотологической безопасности животных и продукции животноводства, понятные специалистам различных стран, позволяющие объективно, документированно и транспарентно оценивать риск (в том числе эпизоотологический), связанный с международной торговлей.

Эпизоотологическая основа анализа риска. Анализ риска в животноводстве базируется на фундаментальных принципах эпизоотологии, органично объединяя теоретические концепции с практическими методами оценки. Эпизоотология обеспечивает научный базис для понимания механизмов возникновения, распространения и угасания инфекционных болезней в популяциях животных.

Сущность процесса анализа риска. Процесс анализа риска включает:

- выявление реального или потенциального вредоносного воздействия, исходящего от идентифицированного источника опасности;
- комплексную оценку вероятности реализации опасности и масштаба последствий;

- разработку и внедрение мер контроля для снижения риска до приемлемого уровня;
- обеспечение эффективного обмена информацией о существующем риске и реализуемых контрольных мероприятиях между всеми заинтересованными сторонами.

Структура анализа риска. Методология анализа риска реализуется через четыре взаимосвязанных и последовательных этапа (рис. 1):

1. **Идентификация опасности** — выявление и характеристика потенциального источника вреда (при отсутствии источника опасности риск не существует).
2. **Оценка риска** — определение вероятности реализации опасности и тяжести последствий с использованием качественных и/или количественных методов.
3. **Управление риском** (контроль за факторами риска) — разработка, выбор и внедрение мер по минимизации риска с учетом их эффективности, осуществимости и экономической целесообразности.
4. **Информирование о риске** — обеспечение своевременного обмена информацией о риске между экспертами, лицами, принимающими решения, и другими заинтересованными сторонами.

Важно подчеркнуть, что эти этапы не являются изолированными, а представляют собой единый циклический процесс с постоянной обратной связью, позволяющей актуализировать оценку при получении новых данных или изменении эпизоотической ситуации.

Дополнительные аспекты современного анализа риска. В современных условиях методология анализа риска продолжает совершенствоваться, включая:

- интеграцию с концепцией «Единое здоровье» (One Health);
- применение геоинформационных систем и больших данных;
- учет социально-экономических факторов и поведенческих аспектов;

- разработку специализированных подходов для новых и возвращающихся инфекций;
- создание международных сетей раннего оповещения на основе результатов анализа риска.

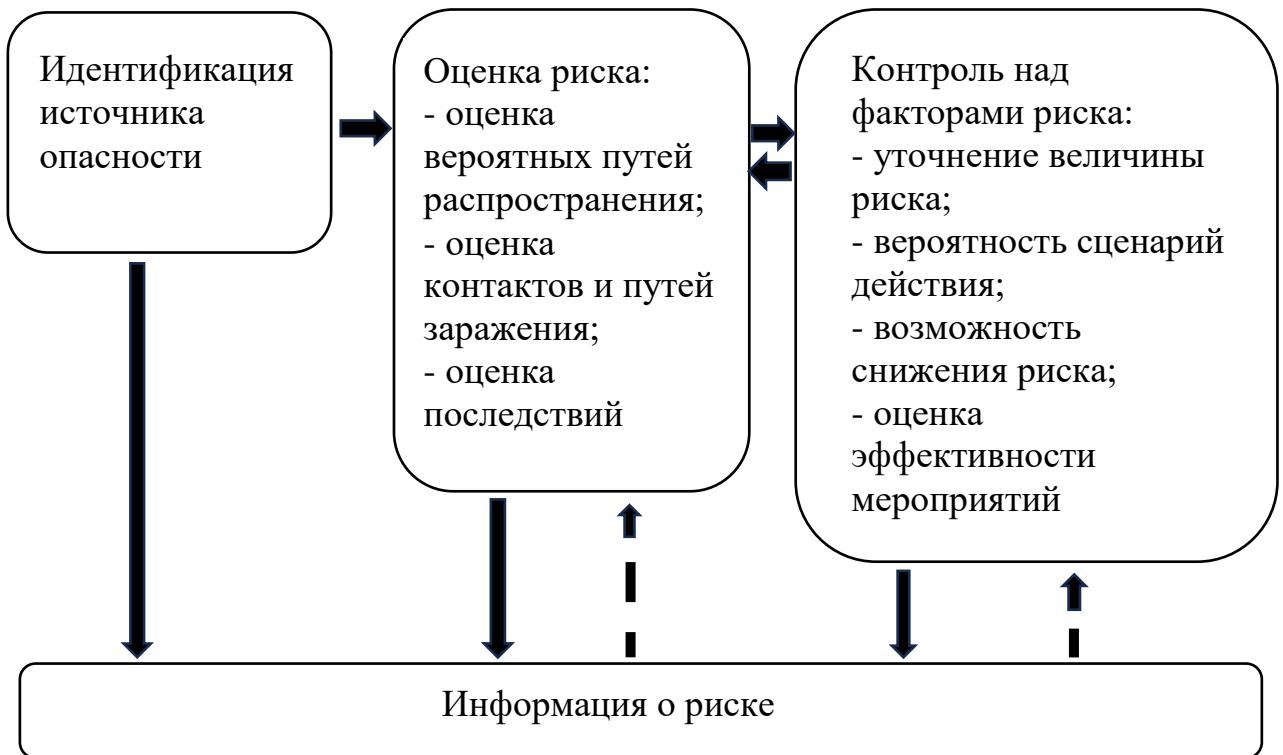


Рисунок 1. – Схема основных этапов при проведении анализа риска (по B. Toma et al., 1999)

Источником (фактором) риска в эпизоотологии может быть не только большое животное или возбудитель болезни, но и любой биологический, физический, химический агент или действие, способные нанести вред или оказать негативное влияние на здоровье/продуктивность (табл. 1).

Таблица 1. – Первичные причины возникновения болезни

Внутренние факторы	Внешние факторы				
	биотические		абиотические		
	микроорганизмы и паразиты	экто-паразиты	физические факторы	химические факторы	аллергены
генетические особенности	вирусы	членисто-ногие	травма	избыток	аллергены
	бактерии			недостаток	
	грибы		климат	дисбаланс	
метаболизм	простейшие		радиация	ядовитые вещества	
поведенческие реакции	гельминты		стресс	фотосенсибилизация	

В таблице дана классификация **первичных детерминант болезни** у животных, которые разделяются на **внутренние и внешние факторы**.

Основные категории детерминантов, определяющих возникновение и распространение инфекционных заболеваний у животных

1. Внутренние детерминанты – предрасполагающие факторы, зависящие от организма:

- генетическая особенности (врожденные заболевания, наследственные предрасположенности);
- метаболизм (обмен веществ, влияющий на иммунитет и устойчивость к болезням);
- поведение (стрессы, инстинкты, привычки, повышающие риск заболеваний).

2. Внешние детерминанты – факторы окружающей среды, влияющие на здоровье:

- биотические факторы (живые организмы):
- эндопаразиты (живущие внутри организма: вирусы, бактерии, грибы, простейшие, гельминты).
- эктопаразиты (живущие снаружи: членистоногие – клещи, блохи, вши).
- абиотические факторы (неживые факторы):
- физические факторы (травмы, климат, радиация, стрессоры);
- химические вещества (токсины, яды, дефицит или избыток химических веществ, дисбаланс);
- аллергены (вызывающие гиперчувствительность и иммунные реакции).

Таким образом, эта классификация показывает, что **факторами риска** в эпизоотологии могут быть **не только больные животные и возбудители, но и различные биологические, физические и химические агенты**, а также стрессовые факторы. Это важно учитывать при разработке мер профилактики и контроля заболеваний.

Роль категорий риска в эпизоотологии зоонозных инфекций

Категория риска во всём её многообразии играет решающую роль в ряде специфических разделов эпизоотологии, особенно при зоонозных инфекциях. В отличие от некоторых широко распространённых патогенов, возбудители зоонозных инфекций, как правило, имеют ограниченный ареал, обусловленный природной очаговостью. Это означает, что их циркуляция и сохранение в экосистеме зависят от комплекса специфических биологических и экологических факторов, включая:

- **дишую фауну**, выступающую природным резервуаром (грызуны, хищники, копытные и др.);
- **членистоногих — переносчиков**, таких как комары, москиты, клещи, блохи;
- **условия среды**, обеспечивающие устойчивость возбудителя и возможность его передачи.

Таким образом, зоонозные инфекции часто привязаны к строго определённым ландшафтно-климатическим зонам, где обеспечивается циркуляция возбудителя между источником инфекции (резервуаром), переносчиком и восприимчивыми организмами.

Характерные примеры:

1. Бешенство (Rabies)

Резервуар: дикие плотоядные (лисицы, еноты, шакалы, летучие мыши), домашние животные (кошки, собаки).

Передача: через укусы или слону заражённых животных.

Ареал: практически глобальный, но очаговость поддерживается определённой фауной в конкретных регионах.

Факторы риска: высокая плотность популяции резервуаров (например, рост численности лисиц), отсутствие вакцинации у домашних животных, наличие беспризорных собак.

Примечание: вирус не сохраняется вне организма; ключевую роль в эпидемиологии играют биологические цепи передачи.

2. Лептоспироз (Leptospirosis)

Резервуар: грызуны (особенно крысы), дикие и домашние млекопитающие.

Передача: через воду и почву, загрязнённые мочой инфицированных животных; может проникать через повреждённую кожу и слизистые.

Ареал: тёплые и влажные регионы; распространён в районах с высоким уровнем грунтовых вод, затоплениями, антисанитарией.

Факторы риска: стоячие водоёмы, интенсивное животноводство, плохая гигиена, высокая численность грызунов.

Примечание: лептоспирры могут выживать во влажной среде, что усиливает значение климатических факторов и сезонности.

3. Бруцеллёз (Brucellosis)

Резервуар: крупный и мелкий рогатый скот, свиньи, дикие жвачные.

Передача: при контакте с abortированным материалом, через молоко, мясо, аэрогенно в производственных условиях.

Ареал: эндемичен во многих странах с развитым животноводством, особенно при недостаточном ветеринарном контроле.

Факторы риска: отсутствие вакцинации, некачественный санитарный контроль, наличие инфицированных животных в стаде, неблагополучие диких популяций.

Примечание: болезнь характеризуется хроническим течением и способностью к скрытой персистенции в организме.

Популяция риска при зоонозных инфекциях — это животные различных видов и человек, обладающие высокой восприимчивостью к заражению и недостаточным уровнем иммунологической или эпидемиологической защиты. К числу таких групп относятся, например, грызуны как резервуары лептоспироза, овцы и козы при листериозе, не вакцинированные плотоядные при бешенстве, а также крупный рогатый скот и свиньи в очагах сибирской язвы. Особенно уязвимыми являются молодняк, ослабленные животные, а также особи, содержащиеся в условиях, способствующих контакту с переносчиками или природными резервуарами инфекции.

В эпидемиологическом аспекте к популяции риска относят также **отдельные профессиональные или социальные группы людей**, находящихся в тесном контакте с животными или продуктами животного происхождения — например, **ветеринары, животноводы, охотники, работники пищевой промышленности**.

Принципиально важно, что риск, как вероятностная характеристика, поддаётся количественной оценке. Эпизоотический риск определяет вероятность возникновения, распространения и последствий эпизоотии (инфекционного заболевания, поражающего животных). Уровень риска может варьироваться в зависимости от характера заболевания и эпизоотической ситуации.

Выделяют различные степени риска: высокий, умеренный, непосредственный, атрибутивный, относительный и др.

Очень высокий риск: заболевание имеет очень высокую вероятность быстрого распространения.

Сложности в контроле и предотвращении распространения. Воздействие на здоровье животных и людей может быть катастрофическим.

Высокий риск: заболевание имеет высокую вероятность распространения. Меры по контролю могут быть сложными и требовать значительных ресурсов. Воздействие на здоровье животных и людей может быть значительным.

Умеренный риск: заболевание имеет умеренную вероятность распространения. Меры по контролю и профилактике могут быть эффективными, но требуют усилий. Воздействие на здоровье животных и людей может быть умеренным.

Низкий риск: вероятность возникновения заболевания низкая. Заболевание не имеет широкого распространения или быстро контролируется. Воздействие на популяции животных и людей минимальное.

Непосредственный (атрибутивный) риск отражает абсолютную добавочную заболеваемость, связанную с воздействием определённого

фактора риска. Это означает, насколько выше уровень заболеваемости в группе подверженных воздействию по сравнению с группой неподверженных.

Относительный риск характеризует степень влияния фактора риска в относительном выражении. Он показывает, во сколько раз заболеваемость выше в группе подверженных риску по сравнению с контрольной группой.

В эпизоотологии оба этих показателя важны:

- **Непосредственный риск** помогает оценить, насколько значимо влияние конкретного фактора в абсолютных числах (например, на 1000 животных).
- **Относительный риск** даёт представление о степени угрозы, помогая определить, насколько сильным является влияние рассматриваемого фактора.

Использование этих оценочных категорий позволяет более точно прогнозировать и предотвращать вспышки инфекционных заболеваний среди животных, а также разрабатывать эффективные меры профилактики и контроля.

Подобный анализ позволяет устанавливать территории, на которых болезнь наиболее распространена среди животных. На эти территории обращают особое внимание при проведении противоэпизоотических и профилактических мероприятий. Для разработки эффективных мер борьбы с болезнью выявляют ведущие факторы и основные пути распространения ее возбудителя. Для этого проводят анализ причин (факторов) распространения болезни.

В аналитической эпизоотологии, включая исследования зоонозных инфекций, применяются различные методы и критерии, такие как когортные исследования, исследования типа "случай – контроль", методика "есть разница – нет разницы", анализ "расходы – выгоды", метаанализ и другие. Эти подходы позволяют выявлять факторы риска, оценивать степень их влияния и устанавливать причинно-следственные связи.

На основании результатов эпизоотологического анализа можно:

- определить **характер зоонозной инфекции** на конкретной территории (установить **эпизоотологический диагноз**),
- спрогнозировать **вероятность возникновения**, динамику **развития** и возможное **затухание** эпизоотического процесса (в том числе с **риском для человека**).

При анализе зоонозных инфекций аналитическая эпизоотология тесно взаимодействует с эпидемиологией, что позволяет учитывать не только динамику болезни в популяции животных, но и **риск заражения человека**, а также оценивать эффективность **совместных ветеринарно-санитарных и медико-санитарных мероприятий**.

Примеры конкретных аналитических исследований

Исследование распространения зоонозных инфекций. Анализ распространения зоонозной инфекции начинается с уточнения её ареала — территорий, где регистрировались случаи заболевания у животных (в том числе диких) и/или человека. Устанавливаются ключевые факторы и пути распространения, сыгравшие решающую роль в формировании очага на конкретной территории.

С этой целью определяют хозяйства, населённые пункты, природные биотопы, где были зафиксированы случаи заболевания. Картографическими методами выделяют нозоареал болезни и анализируют его структуру:

- при сплошном нозоареале выявляют общие закономерности и факторы (ландшафтные, климатические, эпизоотологические), определяющие устойчивость инфекции в популяциях животных;
- при фрагментированном (разорванном) ареале анализируются локальные особенности, обусловленные, например, миграцией диких животных, мозаичностью природных резервуаров и наличием переносчиков (клещей, комаров и др.).

Особое внимание уделяется определению ведущих факторов и путей передачи возбудителя, включая контактный, алиментарный, трансмиссивный и трофический механизмы. Это необходимо для разработки эффективных стратегий профилактики и борьбы с зоонозной инфекцией — как среди животных, так и для предотвращения заражения человека.

Исследование энзоотичности. Для этого все территории группируют по признаку наличия или отсутствия энзоотичности. После установления энзоотичности выявляют причины, обусловливающие это свойство инфекционной болезни. Методом сопоставления и исключения отбирают факторы, которые действовали на территориях, где болезнь энзоотична. Отобранные таким образом факторы можно рассматривать как причины энзоотичности болезни на исследованных территориях.

Исследование периодичности. Периодичность эпизоотии устанавливают выборкой литературных и статистических данных о числе эпизоотий и количестве больных животных за отрезок времени не менее десяти лет. Полученные данные группируют по хозяйствам, районам, областям.

На основании сгруппированных данных строят графики числа эпизоотий и регистрации больных животных по годам, затем устанавливают период повторяемости болезни.

Группируют территории, где отмечена периодичность, определяют ее цикл. Методом сопоставления периодов возникновения эпизоотии и времени действия тех или иных факторов выявляют возможные причины периодичности. Данные о периодичности эпизоотии сопоставляют с различными факторами: границами природных зон, составом почв на пастбищах, рельефом местности, климатическими особенностями территорий, величиной популяции резервуаров и переносчиков возбудителя болезни. Так, например, удалось установить, что 3-4-летняя цикличность подъемов бешенства в ряде областей связана с периодическим увеличением численности лисиц (рис. 2).

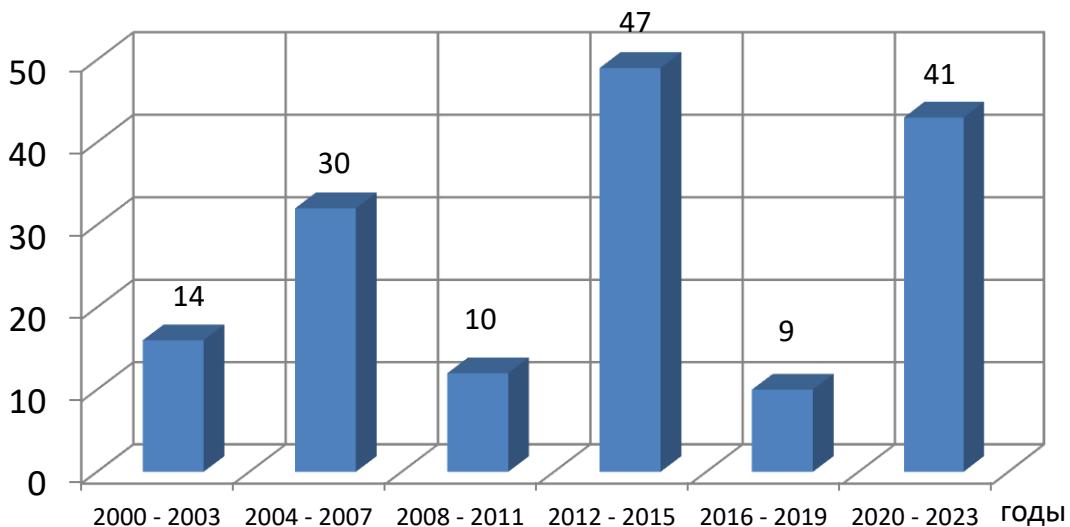


Рисунок 2. – Динамика заболеваемости животных бешенством за 2000-2023 гг.

Выявленные факторы представляют собой причины периодичности эпизоотии на определенной территории. Знание таких причин позволяет с большим успехом проводить профилактические мероприятия.

Исследование сезонности. Анализ сезонности болезни проводят по показателю заболеваемости животных или по числу неблагополучных пунктов в различное время года, используя статистические данные. После выявления характера сезонности проводят анализ ее причин. Для этого разные административные территории, а иногда хозяйства (пункты) группируют по признаку наличия или отсутствия сезонности. Затем методом сопоставления или исключения исследуют различные факторы, которые могут быть причиной сезонного проявления болезни. Ряд факторов, в отношении которых имеются количественные характеристики (осадки, температура воздуха и т.д.), подвергают обработке для установления связи (корреляции) с заболеваемостью. В заключение определяют факторы, которые характеризуют причины сезонности болезни на исследованных территориях (в хозяйствах), и намечают необходимые противоэпизоотические меры.

Исследование сезонности зоонозных инфекций. Анализ сезонности зоонозной инфекции проводится на основании показателей заболеваемости животных, а также частоты выявления неблагополучных пунктов в разные

периоды года (рис. 3). Для этого используют статистические данные эпизоотического и эпидемиологического надзора.

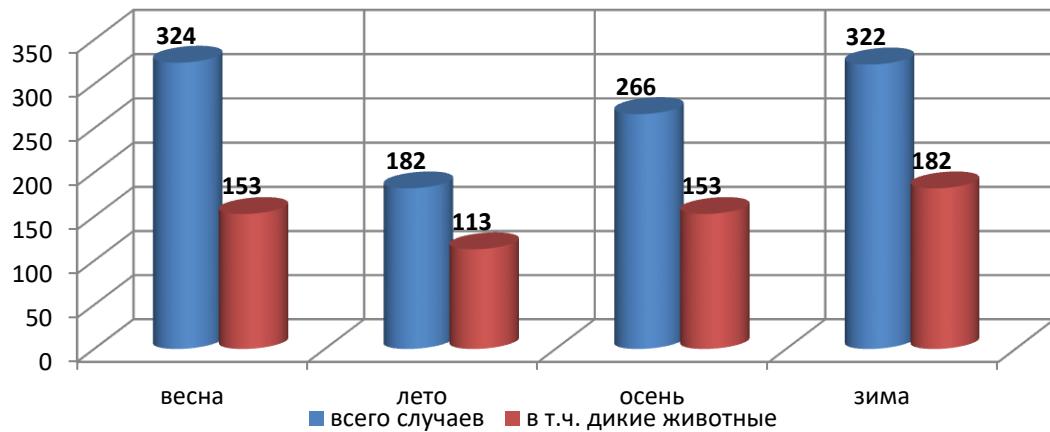


Рисунок 3. – Сезонность заболевания бешенством животных за 10 лет.

После установления сезонных закономерностей приступают к анализу их причин. Различные административные территории или хозяйства группируют по признаку наличия или отсутствия сезонности заболевания. Сравнительным методом (сопоставление или исключение) оценивают возможные факторы сезонного характера, включая:

- активность переносчиков (например, сезонные пики численности клещей при природно-очаговом клещевом боррелиозе или туляремии);
- поведение и миграцию диких животных — резервуаров инфекции;
- температурные, влажностные и иные климатические условия, влияющие на выживаемость возбудителя во внешней среде;
- человеческий фактор — сезонные виды хозяйственной деятельности, способствующие контакту с природными очагами (выпас, сенокос, охота и др.).

Факторы с количественным выражением (осадки, температура, индекс активности переносчиков и др.) анализируются с помощью корреляционного и регрессионного анализа для выявления статистически значимой связи с сезонной заболеваемостью.

В результате определяются основные причины сезонности, характерные для исследованных территорий, и формулируются целенаправленные

профилактические и противоэпизоотические мероприятия, приуроченные к наиболее опасным периодам года.

Анализ эффективности профилактических и противоэпизоотических мероприятий при зоонозных инфекциях

При оценке эффективности мероприятий, направленных на профилактику и борьбу с зоонозными инфекциями в пункте, хозяйстве, районе и других административных единицах, учитывают их влияние на напряжённость эпизоотического процесса, ликвидацию эпизоотических и природных очагов, а также снижение риска заражения людей.

Эффективность оценивается во временном аспекте и выражается с использованием эпизоотологических и эпидемиологических показателей (снижение заболеваемости среди животных и людей, сокращение числа неблагополучных пунктов, устранение циркуляции возбудителя и др.), а также экономических критериев, включая сумму предотвращённого или сниженного ущерба.

В зависимости от того, на какое звено эпизоотической цепи направлены мероприятия (резервуар, переносчик, восприимчивый организм), выбираются соответствующие показатели оценки:

- эффективность вакцинации животных оценивается по снижению заболеваемости, летальности, числу иммунизированных особей и сохранности поголовья;
- эффективность мер по борьбе с переносчиками (дезинсекция, акарицидная обработка) — по снижению численности векторов и частоты контакта с восприимчивыми животными;
- эффективность санитарных, карантинных и биозащитных мероприятий — по ограничению распространения инфекции и уменьшению числа неблагополучных территорий;

- особое значение имеет межведомственное взаимодействие (ветеринария, медицина, природоохранные службы), позволяющее обеспечить целостный контроль за природными очагами.

Экономическая эффективность рассчитывается на основании данных о предотвращённом ущербе от падежа, недополученной продукции, затрат на лечение, карантин и др., с учётом положений действующих нормативных документов (ветеринарные инструкции, методические рекомендации, экономические нормативы и т.д.).

Проведённый таким образом анализ позволяет выработать обоснованные и адаптированные к конкретной эпизоотической ситуации меры, направленные на предупреждение, локализацию и ликвидацию зоонозных инфекций.

Оценка риска при зоонозных инфекциях

Оценка риска (OP) — это процесс выявления, анализа и количественной или качественной оценки вероятности возникновения, распространения и последствий зоонозной инфекции как для животных, так и для человека. Она является важнейшим элементом при планировании профилактических, ветеринарно-санитарных и эпидемиологических мероприятий в рамках концепции "Единое здоровье" (One Health).

Методы оценки риска должны учитывать **неопределённости, сложную структуру эпизоотологической цепи** (возбудитель — резервуар — переносчик — восприимчивый организм), а также **ландшафтно-климатические, социально-экономические и экологические факторы**. При этом подход к оценке должен быть **логичным, научно обоснованным и прозрачным**, то есть допускать проверку на всех этапах.

Следует помнить, что результаты оценки риска не всегда являются строго объективными, особенно при применении **качественных и полуколичественных методов**, которые могут содержать элементы экспертной оценки. Такие подходы подвержены интерпретациям и могут

приводить как к **завышению**, так и к **занижению** степени риска, что может повлиять на адекватность принимаемых решений.

Полуколичественный метод является компромиссным вариантом, применяемым при недостатке данных. Он сочетает в себе элементы качественного подхода и количественного анализа, однако в нем сохраняется высокий уровень субъективизма, так как многие аспекты могут быть оценены на основе экспертных мнений.

Количественный метод, в свою очередь, является наиболее точным, поскольку для его использования требуются конкретные количественные показатели и экспериментальные данные. Однако его интерпретация требует специальной подготовки, так как она зависит от точности и корректности используемых данных.

Когда используется полуколичественный метод, предпринимается попытка более точно ранжировать уровни опасности, используя такие понятия, как "высокий", "средний", "низкий" или "незначительный" риск, или оценки в виде баллов. Обычно применяется 3-10 бальная система оценки.

Для реализации полуколичественного метода часто используются такие инструменты, как метод экспертных оценок, дерево решений и комбинационная матрица, которые позволяют уточнить и структурировать оценку риска.

Количественная оценка риска (ОР) 1

При проведении количественной оценки риска важно учесть максимальное количество факторов, которые могут повлиять на развитие эпизоотической ситуации. Среди таких факторов выделяются:

- **выживаемость/устойчивость агента, его распределение и патогенность** — это ключевые характеристики возбудителей инфекций, которые определяют, насколько они устойчивы к внешним условиям, как широко они могут распространяться и насколько опасны для животных;

- **наличие векторов и промежуточных хозяев** — важно учитывать, какие организмы могут передавать возбудителя болезни (векторы), а также наличие промежуточных хозяев, которые могут быть связаны с циклом передачи заболевания;
- **характеристика восприимчивой популяции** — необходимо оценить, насколько восприимчивы к заболеванию различные группы животных. Это может включать возрастные или породные особенности;
- **путь инфицирования животных или контаминации продуктов** — понимание того, как именно происходит заражение (например, через воздух, воду, продукты питания) поможет точно оценить риски;
- **новые научные знания** — необходимо учитывать новые данные, полученные в ходе научных исследований, которые могут повлиять на оценку риска.

Измерение результатов эпизоотологического исследования предполагает использование числовых значений для описания основных эпизоотологических параметров, таких как заболеваемость, превалентность, инцидентность, смертность и летальность. Эти параметры позволяют оценить распространение болезни и её влияние на популяцию животных.

Для анализа эпизоотической ситуации, а также для оценки эффективности предпринятых мер по борьбе с инфекцией, широко используются различные индексы, такие как:

- **индекс контагиозности** — оценивает вероятность передачи инфекции;
- **индекс очаговости** — показывает, как часто случаются эпизоотии в различных регионах;
- **индекс манифестности** — отражает степень выраженности клинических признаков заболевания;
- **индекс эпизоотичности** — используется для оценки общей активности заболевания в популяции;

- **индекс эффективности** — позволяет оценить, насколько эффективными были предпринятые меры по контролю за болезнью.

Количественная оценка риска (ОР) 2

Важным этапом количественной оценки является построение математической модели. Математическое моделирование позволяет:

- **построить распределение вероятности** — это помогает понять, какие факторы могут привести к определенному результату, а также оценить вероятность наступления неблагоприятных событий;
- **взаимосвязанность факторов и теорию вероятности** — в процессе моделирования важно учитывать, как различные факторы (физические, химические, биологические) взаимосвязаны и влияют друг на друга;
- **оценка неопределенности** — необходимо понимать, как неопределенность в исходных данных может повлиять на результаты модели;
- **использование статистических методов** — для повышения точности и надежности модели применяются статистические методы, такие как метод экспертных оценок и другие;
- **результаты моделирования** — в результате моделирования получают распределение вероятностей, которое учитывает неопределенность исходных данных и позволяет предсказать вероятность наступления различных событий;
- **валидация модели** — полученные результаты должны быть проверены и валидированы с использованием реальных данных для того, чтобы подтвердить их точность и надежность.

Методы оценки рисков

Итоговая оценка рисков. После оценки рисков, важно провести идентификацию и оценку биологических, экологических и экономических последствий в случае реализации неблагоприятного события. Это включает:

1. **Прямые последствия** для животноводства:

- **смертность и смертельность** — потери животных, а также процент погибших от заболевания;
- **продуктивность** — снижение продуктивности животных (например, снижение молочной или мясной продукции);
- **благополучие** (качество жизни) — влияние заболевания на состояние здоровья животных и их качество жизни.

2. Непрямые последствия:

- **экономические** — затраты на контроль, искоренение заболевания, проведение наблюдения;
- **потенциальные торговые потери** — возможные убытки от ограничений на экспорт или продажу животных и продуктов;
- **экологические последствия** — влияние заболевания на экосистему.

Этот комплексный подход помогает не только в оценке рисков, но и в принятии стратегических решений по предотвращению и минимизации ущерба от эпидемий.

Эпизоотологический прогноз при зоонозных инфекциях

Эпизоотологический прогноз — это научно обоснованное предвидение возможных проявлений эпизоотического процесса, изменения эпизоотической обстановки по инфекционным болезням животных (в том числе зоонозным) на определённой территории в конкретный временной период, а также оценка потенциального экономического и эпидемиологического ущерба.

При зоонозных инфекциях эпизоотологический прогноз особенно важен, поскольку он помогает:

- **предотвращать межвидовую передачу** патогена от животных к человеку;
- **выявлять зоны риска** на стыке среды обитания диких животных, сельскохозяйственных животных и людей;

- определять приоритетные направления контроля в рамках концепции «Единого здоровья» (One Health).

Современное прогнозирование ориентировано на:

- идентификацию реальных и потенциальных факторов риска (например, активность переносчиков, миграции резервуарных видов, погодные условия);
- оценку вероятности возникновения вспышек, включая занос инфекции на ранее благополучные территории;
- анализ природных очагов зоонозных инфекций, устойчивых к эрадикации.

Актуальные прогнозы по важнейшим инфекционным болезням, в том числе зоонозным, размещаются на официальном сайте **Россельхознадзора** в разделе «Эпизоотическая ситуация» <https://fsbps.gov.ru/>.

Определение риска и управление риском: этот процесс включает в себя последовательную оценку факторов, которые могут привести к неблагоприятным событиям, а также разработку стратегии для их минимизации и контроля. Он начинается с точного определения риска и оценки его различных аспектов, включая эмиссию (вынос) возбудителей, подверженность объектов (например, животных или продуктов) и возможные последствия (рис. 4).

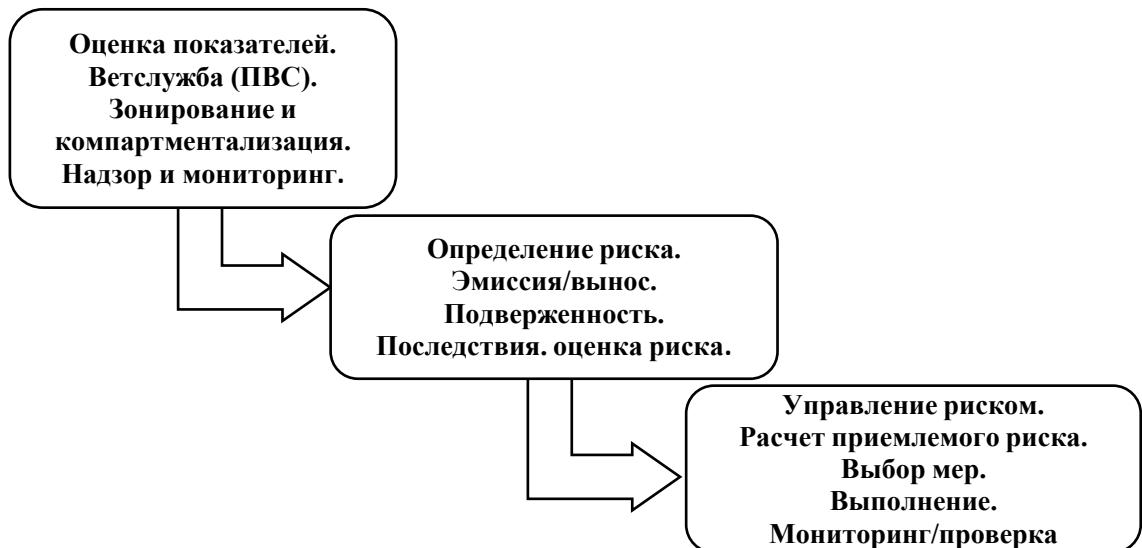


Рисунок 4. - Схема оценки риска и управления риском

Эта схема иллюстрирует процесс **оценки риска и управления риском**, который включает три ключевых этапа:

1. Оценка показателей и подготовка данных

- включает сбор информации, таких как показатели риска, данные ветслужбы (ПВС), зонирование и компартментализация;
- надзор и мониторинг помогают контролировать ситуацию и собирать актуальные данные.

2. Определение риска

- анализ выбросов (эмиссии) и распространения опасных веществ;
- определение уровня подверженности воздействию, оценка возможных последствий.
- расчет риска, который является основой для принятия решений по его управлению.

3. Управление риском:

- определение допустимого уровня риска;
- выбор мер по его снижению;
- реализация выбранных мероприятий, а также мониторинг их эффективности.

Эта схема отражает стандартный процесс оценки и управления рисками, который применяется в различных сферах, включая ветеринарию, экологическую безопасность, промышленность и здравоохранение. Ее логика построена на принципе последовательного анализа, оценки и минимизации риска с последующим контролем эффективности принятых решений.

1. Оценка показателей. Этот этап включает анализ данных о заболевании, его распространении и воздействии на популяцию. Оценка показателей позволяет понять, какие факторы наиболее сильно влияют на риск и на какие из них необходимо сосредоточить внимание при управлении.

2. Ветслужба (ПВС). Профессиональная ветеринарная служба играет ключевую роль в мониторинге и реагировании на эпизоотические угрозы.

Она проводит регулярные осмотры, устанавливает санитарные меры и обеспечивает контроль за соблюдением профилактических норм.

3. Зонирование и компартментализация. Зонирование подразумевает разделение территории на различные зоны в зависимости от уровня угрозы. Компартментализация – это более детализированная мера, направленная на разделение объектов или процессов на изолированные участки для уменьшения риска распространения инфекции.

4. Надзор и мониторинг. На этом этапе проводится постоянный контроль за ситуацией, чтобы своевременно выявить вспышки заболеваний или другие опасные изменения. Система мониторинга включает в себя сбор данных, регулярные проверки и использование научных методов для предсказания возможных эпизоотий.

Определение риска. Важным шагом является определение всех факторов, способных повлиять на эпизоотическую ситуацию. Это включает в себя исследование источников угроз (эмиссия/вынос) и степень подверженности объектов. Основное внимание уделяется выявлению тех факторов, которые могут привести к возникновению или распространению заболеваний.

Эмиссия/вынос. Эмиссия или вынос относятся к распространению возбудителей заболевания из одного места в другое. Это может быть связано с движением животных, товаров или даже людей, что представляет собой прямую угрозу распространению инфекции.

Подверженность. Подверженность характеризует степень уязвимости объектов (например, популяции животных) к заражению или другим рискам. Оценка подверженности позволяет выделить наиболее уязвимые группы и сосредоточить усилия на их защите.

Последствия. Оценка последствий включает анализ возможных эффектов от реализации риска. Это могут быть экономические, экологические или социальные последствия, которые нужно учитывать при принятии решений о мерах защиты.

Оценка риска. После того как все аспекты риска определены, проводится его комплексная оценка. Это помогает понять, насколько вероятен вред и каковы масштабы его воздействия на систему. Оценка риска позволяет в дальнейшем разработать соответствующие меры управления.

Управление риском. Этот этап направлен на принятие решений и действий, которые могут уменьшить или полностью предотвратить последствия риска. Управление риском включает в себя выбор мер, оценку приемлемого уровня риска и разработку плана действий для минимизации угроз.

- 1. Расчет приемлемого риска.** Этот процесс включает в себя установление того, какой уровень риска является допустимым для системы. Приемлемый риск – это тот, который не приводит к катастрофическим последствиям и находится в рамках допустимого для здоровья животных, экосистемы и экономики.
- 2. Выбор мер.** На основе оценки риска и расчета приемлемого уровня выбираются наиболее эффективные меры для минимизации угрозы. Это может включать профилактику, контроль за движением животных, вакцинацию и другие санитарные и ветеринарные мероприятия.
- 3. Выполнение.** После того как меры выбраны, наступает этап их реализации. Это включает в себя непосредственное выполнение профилактических и контрольных мероприятий, таких как карантин, вакцинация или применение медицинских средств.
- 4. Мониторинг/проверка.** Важно не только внедрить меры, но и постоянно отслеживать их эффективность. Мониторинг и проверка позволяют вовремя обнаружить любые проблемы в процессе и при необходимости скорректировать действия для достижения наилучшего результата.

Таким образом, процесс определения и управления риском представляет собой циклический процесс, включающий в себя оценку, принятие решений, реализацию мероприятий и постоянный контроль, чтобы минимизировать риски и их последствия для здоровья животных и экономики.

Понятия и терминология

Вероятность - возможность реализации события, в определенном количестве случаев из общего числа возможных;

- степень уверенности, что событие произойдет;
- оценка частоты реализации события не для единичных объектов, а для совокупности (массива) с помощью статистических методов;
- такое частотное распределение вероятности событий (Р) варьирует от 0,001 до 0,99 ...9 или от «невероятного» до «достоверного»;
- вероятность (статистическая) – учитывает фактор изменчивости и неопределенности, использует диапазон значений внутри данного распределения.

Изменчивость естественное колебание того или иного фактора (вес, инкубационный период).

Неопределенность – неточное знание о величине показателя или переменной (превалентность, чувствительность, специфичность).

Глава 2

Значение и роль международных организаций (МЭБ, ФАО, ВОЗ) в контроле и управлении зоонозами. Эмерджентные, конвенционные, трансграничные болезни

Зоонозы представляют собой инфекционные заболевания, передающиеся от животных к человеку и наоборот. По данным ВОЗ, около 60% известных инфекционных заболеваний человека имеют зоонозное происхождение, а 75% новых или возникающих инфекционных болезней XXI века являются зоонозами. Эти данные подчеркивают критическую важность эффективного контроля и управления зоонозными инфекциями в глобальном масштабе. Современные условия создают благоприятную среду для распространения зоонозов:

- интенсификация животноводства и увеличение поголовья скота;
- изменение климата и нарушение экологического равновесия;
- урбанизация и вторжение человека в природные экосистемы;
- глобализация торговли и передвижения людей и животных;
- эволюция патогенов и появление новых штаммов.

Особую актуальность проблема зоонозов приобрела в последние десятилетия, когда мир столкнулся с такими заболеваниями как птичий грипп H5N1, свиной грипп H1N1, коронавирусные инфекции SARS и MERS. Эти вспышки продемонстрировали необходимость скоординированных международных действий для эффективного контроля и профилактики зоонозных заболеваний.

В условиях глобализации контроль над этими заболеваниями требует международного сотрудничества и координации усилий различных стран. Ни одно государство не может эффективно бороться с зоонозами в одиночку, что обуславливает необходимость создания и функционирования международных организаций, специализирующихся на контроле заболеваний

животных и защите здоровья человека. Ключевую роль в этом процессе играют три основные международные организации: МЭБ, ФАО и ВОЗ.

Каждая из этих организаций имеет свои специфические функции и зоны ответственности, но вместе они формируют комплексную систему глобального надзора, профилактики и контроля зоонозов. Их деятельность основана на концепции "Единое здоровье" (One Health), которая признает неразрывную связь между здоровьем людей, животных и состоянием окружающей среды.

Всемирная организация по охране здоровья животных (МЭБ)



Всемирная организація по охрâне здоров'я животних (фр. *OIE Organisation Mondiale de la Santé Animale*, англ. *World Organisation for Animal Health*; до 2003 года

Международное эпизоотическое бюро, фр. *Office International des Epizooties*) — межправительственная организация, занимающаяся состоянием здоровья животных. Признана Всемирной торговой организацией (ВТО) в качестве консультативной организации. Штаб-квартира организации расположена в Париже, Франция.

Организация была основана на международной конференции в Париже 25 января 1924 года после вспышки чумы крупного рогатого скота в 1920 году в Бельгии. Соглашение о создании организации было подписано 28 странами.

В мае 2003 года организация была переименована во Всемирную организацию по охране здоровья животных (World Organisation for Animal Health), но сохранила свой исторический акроним "OIE" (МЭБ).

В 2022 году организация провела ребрендинг и стала официально называться просто "WOAH" (World Organisation for Animal Health), хотя многие специалисты и документы по-прежнему используют привычное сокращение "OIE" или "МЭБ". Штаб-квартира организации с момента

основания находится в Париже, Франция. На сегодняшний день в состав организации входят 182 страны-члена.

Всемирная организация по охране здоровья животных является ключевым международным институтом в сфере здоровья животных. Её стратегические задачи включают контроль и профилактику трансграничных и зоонозных заболеваний, разработку и распространение ветеринарных стандартов, обеспечение прозрачности эпизоотической ситуации в странах-членах, а также содействие гармонизации санитарных мер в международной торговле животными и продуктами животного происхождения.

Основные функции МЭБ:

- разработка международных стандартов здоровья животных;
- сбор, анализ и распространение информации о болезнях животных;
- кординация исследований по контролю заболеваний животных;
- обеспечение прозрачности глобальной ситуации по болезням животных.

Практическая деятельность:

- ведение системы оповещения о вспышках болезней WAHIS;
- публикация "Кодекса здоровья наземных животных";
- разработка рекомендаций по профилактике и контролю зоонозов;
- аккредитация референтных лабораторий.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО)



Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций (ФАО) (англ. *Food and Agriculture Organization*, FAO) — организация ООН, основной задачей которой является борьба с голодом.

ФАО выступает в качестве форума, где развитые и развивающиеся страны на равных обсуждают и согласовывают политические решения в сфере продовольственной безопасности. Кроме того, ФАО служит источником информации и оказывает помощь развивающимся странам в улучшении

практик сельского хозяйства, лесоводства и рыбоводства, стремится обеспечить здоровое питание и продовольственную безопасность для всех.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) является ключевой международной организацией, играющей важнейшую роль в глобальном контроле зоонозных заболеваний.

Зоонозы, будучи инфекционными заболеваниями, способными передаваться от животных к человеку, представляют серьезную угрозу для общественного здравоохранения и требуют комплексного подхода к их контролю и управлению.

Основные направления работы:

- обеспечение продовольственной безопасности;
- развитие устойчивого сельского хозяйства;
- борьба с трансграничными болезнями животных;
- поддержка развивающихся стран в контроле зоонозов.

Ключевые программы:

- система чрезвычайного предупреждения EMPRES;
- программа по борьбе с трансграничными заболеваниями животных;
- глобальная система раннего предупреждения GLEWS;
- техническая помощь странам в развитии ветеринарных служб.

Основные функции ФАО в контроле зоонозов.

1. Эпидемиологический надзор. ФАО осуществляет глобальный мониторинг зоонозных заболеваний через систему раннего предупреждения EMPRES (Emergency Prevention System). Эта система позволяет:

- отслеживать вспышки заболеваний в реальном времени;
- координировать международные ответные меры;
- собирать и анализировать данные о распространении зоонозов.

2. Техническая поддержка.

Организация предоставляет странам-участницам:

- экспертную помощь в диагностике заболеваний;

- рекомендации по внедрению систем контроля;
- обучение специалистов современным методам борьбы с зоонозами.

Всемирная организа́ция здравоохране́ния



Всемирная организа́ция здравоохране́ния (акрон. ВОЗ, англ. World Health Organization WHO) — самостоятельная международная организация, связанная с Организацией Объединённых Наций специальным соглашением о сотрудничестве, состоящая из 194-х государств-членов, основная функция которой состоит в решении международных проблем здравоохранения населения Земли.

Всемирная организация здравоохранения была основана в 1948 году с главной конторой (офисом) в Женеве (Швейцария). В специализированную группу ООН, кроме ВОЗ, входят ЮНЕСКО (организация ООН по вопросам образования, науки и культуры), Международная организация труда, ЮНИСЕФ (Фонд помощи детям) и другие.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) является специализированным учреждением ООН, которое играет ведущую роль в международном общественном здравоохранении, включая контроль и управление зоонозными инфекциями. Около 60% известных инфекционных заболеваний человека имеют зоонозное происхождение, что подчеркивает важность работы ВОЗ в этой области.

Основные направления деятельности ВОЗ в области зоонозов

1. Глобальная система надзора

ВОЗ осуществляет:

- координацию международного эпидемиологического надзора;
- сбор и анализ данных о вспышках зоонозных заболеваний;
- оценку рисков и прогнозирование эпидемических ситуаций;
- раннее оповещение о возникающих угрозах.

2. Нормативно-правовая деятельность

Организация разрабатывает:

- международные медико-санитарные правила;
- стандарты профилактики и контроля зоонозов;
- рекомендации по диагностике и лечению;
- протоколы реагирования на вспышки заболеваний

3. Программа "Единое здоровье"

Реализация концепции включает:

- интегрированный подход к здоровью человека и животных;
- совместные исследовательские проекты;
- обмен информацией между секторами здравоохранения;
- координацию ответных мер на вспышки заболеваний

4. Научные исследования

Организация поддерживает:

- изучение новых зоонозных патогенов;
- разработку диагностических методов;
- исследования по эпидемиологии зоонозов;
- создание новых методов лечения и профилактики.

Практическое значение МЭБ, ФАО, ВОЗ для ветспециалистов

Практическая работа ветеринарных специалистов во многом опирается на деятельность международных организаций, таких как МЭБ, ФАО и ВОЗ, которые обеспечивают доступ к современным ресурсам и стандартам, а также определяют ключевые профессиональные обязанности.

Использование ресурсов международных организаций:

- доступ к базам данных и информационным системам;
- применение международных стандартов в практике;
- участие в программах повышения квалификации;
- использование методических рекомендаций.

Обязанности ветеринарных специалистов:

- соблюдение международных стандартов;
- своевременное информирование о вспышках;

- участие в программах эпиднадзора;
- применение рекомендованных методов контроля.

Заключение. Международные организации играют ключевую роль в глобальном контроле зоонозов, обеспечивая:

- координацию усилий разных стран;
- стандартизацию подходов к профилактике и контролю;
- быстрое реагирование на вспышки;
- научно-методическую поддержку национальных служб.

Понимание роли и механизмов работы этих организаций необходимо современному ветеринарному специалисту для эффективной профессиональной деятельности в условиях глобализации.

Эмерджентные, конвенционные, трансграничные болезни животных

Современная ветеринарная медицина сталкивается с тремя основными категориями заболеваний, требующих особого внимания: эмерджентные, конвенционные и трансграничные болезни. Каждая из этих категорий представляет уникальные вызовы для ветеринарных специалистов и требует специфических подходов к контролю и профилактике.

Эмерджентные болезни - это новые инфекционные заболевания, которые появляются впервые в популяции, или уже существующие заболевания, которые быстро увеличивают свою распространенность или географический диапазон.

Основные характеристики:

- внезапное появление или резкое увеличение заболеваемости;
- часто непредсказуемое развитие;
- отсутствие специфических методов диагностики на начальных этапах;
- сложность в разработке методов лечения

Примеры эмерджентных болезней:

- африканская чума свиней в новых регионах;
- высокопатогенный грипп птиц;
- губкообразная энцефалопатия крупного рогатого скота.

Конвенционные болезни - (от лат. *conventionalis* – "условный", "общепринятый") – это давно известные заболевания, в отношении которых достигнуто международное соглашение (конвенция) по их определению, диагностике и мерам борьбы.

Термин "конвенционные" подчеркивает, что:

- существует международный консенсус относительно диагностических критериев;
- разработаны и согласованы стандартные протоколы лечения;
- определены общепринятые меры профилактики и контроля;
- имеются международные соглашения по отчетности и мониторингу этих заболеваний.

Основные характеристики:

- хорошо изученная этиология;
- наличие эффективных методов диагностики;
- разработанные схемы лечения;
- существующие программы профилактики;
- стандартизованные международные протоколы борьбы;
- обязательная регистрация случаев заболевания;
- регламентированные карантинные мероприятия.

Примеры зоонозных конвенционных болезней:

- бруцеллез;
- туберкулез;
- бешенство;
- лептоспироз.

Трансграничные болезни - это заболевания, способные быстро распространяться через национальные границы и вызывать серьезные социально-экономические последствия.

Особенности:

- высокая контагиозность;
- быстрое распространение;

- значительный экономический ущерб;
- необходимость международного сотрудничества для контроля.

Основные примеры:

- бруцеллез;
- туберкулез;
- бешенство;
- птичий грипп.

Системы контроля и профилактики эмерджентных, конвенционных, трансграничных болезней

Эффективная борьба с эмерджентными, конвенционными и трансграничными болезнями невозможна без отлаженных систем контроля и профилактики, основанных на международном сотрудничестве и координации действий.

Международное сотрудничество по вопросам эмерджентных болезней:

- система быстрого реагирования и оповещения о новых заболеваниях;
- срочные научные исследования для разработки методов диагностики;
- оперативный обмен информацией между странами;
- создание экстренных протоколов контроля.

Международное сотрудничество по вопросам конвенционных болезней:

- стандартизованные международные протоколы;
- регулярный обмен данными о заболеваемости;
- согласованные программы контроля и профилактики;
- единые стандарты диагностики и отчетности.

Международное сотрудничество по вопросам трансграничных болезней:

- усиленный пограничный контроль;
- система раннего предупреждения при вспышках в соседних странах;
- координация карантинных мер между государствами;

- международные программы эрадикации.

Национальные программы по вопросам эмерджентных болезней:

- создание резервных фондов для экстренного реагирования;
- подготовка специалистов по новым заболеваниям;
- разработка планов действий в чрезвычайных ситуациях;
- организация исследовательских программ.

Национальные программы по вопросам конвенционных болезней:

- плановый эпизоотологический мониторинг;
- регулярные программы вакцинации;
- стандартные карантинные мероприятия;
- системы идентификации животных;
- текущий контроль благополучия хозяйств.

Национальные программы по вопросам трансграничных болезней:

- усиленный контроль перемещения животных;
- зонирование территорий;
- особые меры биобезопасности в приграничных районах;
- системы быстрого реагирования на вспышки.

Заключение. Понимание особенностей эмерджентных, конвенционных и трансграничных болезней является ключевым для современного ветеринарного врача. Эффективный контроль этих заболеваний требует комплексного подхода, включающего:

- постоянный мониторинг эпизоотической ситуации
- своевременную диагностику
- применение эффективных мер профилактики и контроля
- международное сотрудничество.

Глава 3

Теории возникновения инфекционных заболеваний как основа комплексного подхода к оценке рисков зоонозов

Изучение теорий возникновения инфекционных болезней представляет собой фундаментальную основу современной эпизоотологии и играет ключевую роль в понимании механизмов развития зоонозных инфекций. Эволюция научных представлений о природе инфекционных заболеваний привела к формированию комплексного подхода в оценке рисков возникновения и распространения зоонозов. Данная область знаний объединяет классические концепции микробиологии, современные достижения молекулярной биологии и эпидемиологический анализ, что позволяет эффективно прогнозировать и предотвращать вспышки зоонозных инфекций в различных популяциях животных и человека.

Основоположником современного научного подхода к изучению инфекционных болезней стал Роберт Кох, сформулировавший в конце XIX века монокаузальную теорию возникновения инфекционных заболеваний. В ходе дальнейшего развития науки возникли различные теории, объясняющие механизмы появления и распространения инфекционных болезней: поликаузальная теория, теория саморегуляции паразитарных систем В.Д. Белякова, социально-экологическая теория. Каждая из этих теорий внесла существенный вклад в понимание природы зоонозных инфекций и позволила разработать современные подходы к оценке рисков их возникновения.

Классическая монокаузальная теория

Роберт Кох сформулировал так называемые постулаты Коха, которые легли в основу монокаузального подхода — представления о том, что каждое заболевание вызывается одним конкретным возбудителем. Согласно этим постулатам, для доказательства причинной роли микроорганизма в развитии болезни необходимо соблюдение четырёх ключевых условий.

- 1. Микроорганизм должен обнаруживаться у всех больных, страдающих данным заболеванием,** и отсутствовать у здоровых. Это подчёркивает специфичность патогена для конкретной болезни.
- 2. Необходимо выделить чистую культуру возбудителя,** что позволяет исследовать микроорганизм вне организма-хозяина и доказать его независимое существование.
- 3. При заражении восприимчивого организма должна воспроизводиться та же болезнь,** что демонстрирует причинно-следственную связь между патогеном и заболеванием.
- 4. Из экспериментально заражённого организма патоген должен быть повторно выделен,** тем самым подтверждая, что именно этот микроорганизм вызвал болезнь.

Эта теория сыграла огромную роль в становлении инфекционной эпидемиологии и особенно важна при **оценке рисков зоонозов** — болезней, передающихся от животных к человеку.

В этом контексте монокаузальная теория позволяет:

- **определить этиологического агента,** то есть точно установить, какой именно патоген вызывает болезнь.
- **построить чёткие причинно-следственные связи,** что важно для понимания механизмов заражения и эпидемического процесса.
- **подтвердить роль конкретного микроорганизма в патогенезе,** исключая случайные или второстепенные инфекции.

Таким образом, монокаузальная теория Коха, несмотря на свою историчность, до сих пор служит основой для диагностики, профилактики и контроля зоонозных заболеваний, особенно на этапе первичного выявления.

Поликаузальная (многофакторная) теория

Поликаузальная (многофакторная) теория инфекционных болезней сформировалась в середине XX века и внесла значительный вклад в понимание механизмов распространения инфекций. Основоположниками этой теории считаются американские эпидемиологи Гордон Джон и

Макмахон Брайан, которые в 1950-х годах разработали концепцию экологической триады, известную как триада Гордона. Согласно этой концепции, развитие инфекционного заболевания определяется взаимодействием трех ключевых факторов: возбудителя, восприимчивого организма и внешней среды.

Современный подход к изучению инфекционных болезней продолжает основываться на этих принципах, но стал более комплексным. Теперь при анализе распространения инфекции учитываются множественные пути передачи возбудителей, включая контактный, воздушно-капельный, алиментарный и другие механизмы. Также большое внимание уделяется природным резервуарам инфекции, таким как дикие животные, домашний скот и насекомые-переносчики, которые могут способствовать сохранению и распространению возбудителей в популяции.

Кроме того, современные исследования подчеркивают роль экологических факторов, таких как климатические изменения, уровень урбанизации, разрушение природных экосистем и глобализация, которые могут способствовать увеличению числа контактов между людьми и животными и повышать риск появления новых зоонозных инфекций. Не менее важными являются социально-экономические условия, поскольку доступ к медицинской помощи, санитарные условия и уровень образования населения существенно влияют на скорость распространения и контроль за инфекциями.

Таким образом, многофакторный подход позволяет не только объяснять механизмы возникновения инфекционных заболеваний, но и разрабатывать более эффективные стратегии их профилактики и контроля, особенно в отношении зоонозов, которые представляют угрозу как для животных, так и для человека.

Теория саморегуляции паразитарных систем

Теория саморегуляции паразитарных систем, разработанная выдающимся советским эпидемиологом В.Д. Беляковым, представляет собой

фундаментальный подход к пониманию динамики инфекционных заболеваний. В основе теории лежит концепция фазовости эпидемического (эпизоотического) процесса, согласно которой развитие инфекционного заболевания проходит через определенные стадии, каждая из которых характеризуется специфическими особенностями взаимодействия патогена и хозяина. Беляков подробно описал внутренние механизмы регуляции паразитарных систем, демонстрируя, как популяции возбудителей и хозяев достигают определенного равновесия в природных условиях. Особое внимание в теории уделяется генетической и фенотипической изменчивости возбудителей, которая играет ключевую роль в их адаптации к меняющимся условиям среды и организму хозяина.

Практическое применение теории Белякова при оценке рисков зоонозных инфекций имеет несколько важных аспектов. Понимание закономерностей саморегуляции паразитарных систем позволяет более точно прогнозировать возникновение эпидемических вспышек и их интенсивность. Теория также дает возможность определять цикличность заболеваний, что критически важно для планирования профилактических мероприятий. Кроме того, учет эволюционного потенциала патогенов, описанный в теории, помогает предвидеть возможные изменения их вирулентности и патогенности, что необходимо для разработки эффективных мер контроля инфекционных заболеваний.

Социально-экологическая теория

Социально-экологическая теория возникновения инфекционных болезней базируется на комплексном анализе взаимодействия различных факторов окружающей среды и человеческой деятельности. В основе теории лежит понимание того, что распространение инфекционных заболеваний неразрывно связано с социальными факторами, включая особенности организации общества, экономическое развитие регионов и поведенческие паттерны населения. Существенное внимание уделяется роли экологических изменений, которые могут как способствовать, так и препятствовать

распространению различных патогенов. Особый акцент теория делает на значении антропогенного воздействия на природные экосистемы, что может приводить к нарушению устоявшихся биологических связей и возникновению новых путей передачи инфекций.

В практическом применении социально-экологическая теория позволяет проводить всесторонний анализ рисков возникновения инфекционных заболеваний в современном мире. Важнейшим аспектом является оценка влияния урбанизации на эпидемический процесс, включая изменение плотности населения, формирование новых социальных связей и трансформацию среды обитания различных видов животных в городских условиях. Теория также учитывает влияние глобальных климатических изменений на распространение инфекционных агентов и их переносчиков, что особенно актуально в контексте современных экологических проблем. Существенное значение придается анализу миграционных процессов, которые могут способствовать появлению новых очагов инфекции и распространению заболеваний на ранее благополучные территории.

Таким образом, существует несколько теорий возникновения инфекционных болезней, которые помогают определить риск появления зоонозов – заболеваний, передающихся от животных к человеку. Одна из таких теорий связана с эволюцией возбудителей: считается, что микроорганизмы постоянно мутируют и приспосабливаются к новым хозяевам, что может привести к их передаче человеку. Другая теория говорит о влиянии окружающей среды – изменения климата, разрушение экосистем и урбанизация увеличивают контакты людей с дикими животными, что повышает риск передачи инфекций. Также важную роль играет человеческая деятельность, например, торговля животными, употребление их в пищу и сельское хозяйство, способствующее распространению возбудителей. Все эти факторы вместе определяют вероятность возникновения новых зоонозных инфекций, поэтому их изучение помогает предотвратить эпидемии и защитить здоровье людей.

Глава 4

Анализ риска в эпизоотологии. Статистические методы анализа

Анализ риска в эпизоотологии является неотъемлемым элементом современной ветеринарной науки, позволяющим своевременно выявлять, оценивать и минимизировать угрозы, связанные с распространением инфекционных болезней. В этом контексте особую роль играют статистические методы, обеспечивающие объективность и точность принимаемых решений. В рамках анализа риска выделяют два взаимосвязанных, но самостоятельных процесса: оценку рисков и управление рисками.

Оценка рисков базируется на научных методах и направлена на их классификацию и количественное ранжирование. Как наука, изучающая распространение и динамику заболеваний в популяциях, эпизоотология оперирует статистическими методами и количественными показателями, что позволяет обоснованно прогнозировать развитие эпизоотических процессов и разрабатывать эффективные меры по их предотвращению.

В отличие от таких «качественных» дисциплин, как терапия, хирургия и клиническая диагностика, эпизоотология оперирует преимущественно числовыми данными. Численность поголовья, доля пораженных болезнью животных, эффективность профилактических и лечебных мероприятий — все эти показатели выражаются в количественной форме и требуют соответствующей статистической обработки.

Статистический анализ, или биометрические исследования, давно стали неотъемлемой частью эпидемиологии и эпизоотологии. Достаточно вспомнить классическое руководство И. П. Ашмарина и А. А. Воробьева «Статистические методы в микробиологических исследованиях» (1962), заложившее основу для использования математических методов в этих областях.

Применение количественных методов анализа в эпизоотологии не только обеспечивает объективность и достоверность полученных результатов, но и исключает субъективные оценки наподобие «лучше» или

«хуже», «выше» или «ниже». Статистическая обработка данных позволяет строго и обоснованно интерпретировать результаты исследований, обеспечивая научно обоснованные выводы и рекомендации.

Таким образом, статистические исследования формируют основу количественной, доказательной эпизоотологии. Этот этап эпизоотологического анализа играет вспомогательную роль, однако его проведение необходимо для формализации и объективизации полученных данных, а также их точного и убедительного количественного выражения.

Основная цель статистического анализа – достоверное подтверждение и воспроизведение эпизоотологических явлений и процессов с помощью математических методов. Данные, получаемые в эпизоотологических исследованиях, имеют биометрический (вероятностный) характер, а их математическая обработка служит важным инструментом для обеспечения полноты учета, объективности оценок, систематизации данных и точности интерпретации.

В эпизоотологии применяются общепринятые в биометрии статистические показатели и методы, включая абсолютные и относительные значения, средние показатели, интенсивные и экстенсивные коэффициенты, кумулятивные характеристики, показатели соотношения, стандартные отклонения, коэффициенты корреляции и другие математические инструменты. Использование статистических методов позволяет не только количественно описать эпизоотическую ситуацию в конкретном регионе, но и оценить вероятность распространения болезни за его пределы, спрогнозировать дальнейшее развитие эпизоотического процесса и определить степень риска.

Математические и статистические методы играют ключевую роль в регистрации эпизоотологических явлений, обработке данных учета и аналитике. Они широко применяются в различных разделах эпизоотологии, являясь важнейшим инструментом работы врача-эпизоотолога. В частности, эти методы используются для:

- **описания эпизоотической обстановки** с помощью специальных эпизоотологических показателей и индексов;
- **оценки динамики эпизоотического процесса** и прогнозирования возможного развития эпизоотической ситуации;
- **анализа эффективности противоэпизоотических мероприятий** и оценки их воздействия на популяцию;
- **эпизоотологической диагностики инфекционных болезней**, что способствует выявлению закономерностей их распространения.

Основы методологии статистических исследований

Для проведения достоверного статистического анализа исходная информация должна соответствовать ряду требований:

- **достоверность, полнота и точность данных**, обеспечивающие объективность результатов;
- **сопоставимость показателей**, позволяющая проводить корректное сравнение в рамках единой системы оценок;
- **своевременность сбора и обработки статистических материалов**, что особенно важно для оперативного принятия решений.

Источниками данных для математического анализа служат результаты всех разделов эпизоотологических исследований и эпизоотологического анализа (табл.2).

Таблица 2 - Современная методология эпизоотологических исследований

Описательные методы	Экспериментальные методы	Аналитические методы	Практические приемы
Сравнительно-историческое описание	Эпизоотологический эксперимент	Эпизоотологический анализ	Эпизоотологическое обследование
Сравнительно-географическое описание	Молекулярная эпизоотология	Анализ риска	Количественные (доказательные) методы
		Эпизоотологический прогноз	

Основные этапы статистических исследований:

- 1. Определение целей и задач исследования,** разработка плана статистических расчетов;
- 2. Сбор информации и регистрация данных,** включающие систематическое наблюдение и учет эпизоотологических явлений;
- 3. Статистическая обработка данных,** включая их группировку, классификацию и стандартизацию;
- 4. Проведение расчетов,** в том числе с использованием специализированных программных комплексов для статистического анализа;
- 5. Анализ и интерпретация полученных результатов,** позволяющие выявить закономерности и сделать научно обоснованные выводы.

Регистрация эпизоотологических явлений.

Для применения математических приемов используют данные учета и отчетности, объектами наблюдения являются животные и неблагополучные пункты. Систему учета основывают на регистрации всех без исключения случаев заразной болезни по мере их возникновения. В эпизоотологии применяются различные методы наблюдения:

- **сплошное наблюдение**, охватывающее все зарегистрированные случаи заболевания;
- **моментное (одномоментное) наблюдение**, фиксирующее состояние популяции в определенный момент времени;
- **выборочный метод**, основанный на изучении специально отобранный части объектов, что позволяет экстраполировать результаты на всю популяцию.

Группировку данных проводят по административно-хозяйственным, территориальным единицам соответственно их географическим или экономическим особенностям, по видам животных, по их возрасту.

Все эти данные сводят в простые таблицы, если в них связывают два признака (например, наименование пункта и число больных), и сложные, комбинированные, в которых отражены связи между тремя и более признаками (пункт, вид животных, возраст, возбудитель болезни и его тип, вариант и т. п.).

Основные методические приемы оценки эпизоотологических явлений

Метод динамических рядов. Данный метод позволяет анализировать изменения эпизоотической обстановки во времени и выявлять влияние различных факторов на ее динамику. Он широко используется для прогнозирования распространения инфекционных заболеваний среди животных. Простейшим примером динамического ряда является сезонное колебание заболеваемости, характеризуемое показателем сезонности. Для наглядного представления этих закономерностей часто применяют векторные диаграммы, позволяющие визуализировать сезонные изменения распространения болезни.

Исследование «случай – контроль» (метод сравнения). Данный метод основан на сравнении двух групп – одной, подверженной заболеванию, и другой, оставшейся здоровой при аналогичных условиях. Этот подход особенно полезен при изучении редких, экзотических или вновь возникающих (реэмерджентных) инфекций, однако требует тщательного подбора исследуемых групп для корректного анализа.

Когортное исследование. Метод заключается в длительном наблюдении за животными из разных групп, подвергшихся воздействию определенных факторов риска. В одной группе животные находятся под влиянием изучаемого фактора, а в другой – нет. Эти группы могут быть как аналогичными, так и различающимися по определенным характеристикам.

Когортный метод позволяет:

- рассчитывать **относительный риск** заболевания в разных группах;
- выявлять особенности течения болезни в зависимости от воздействующих факторов;
- оценивать распространение типичных инфекций, особенно в рамках краткосрочных исследований.

Метод оценки шансов. Шансы – это количественная характеристика вероятности события, которая определяется как отношение вероятности того,

что событие произойдет (B), к вероятности того, что оно не произойдет, и выражается по формуле:

$$X = \frac{B}{(1 - B)}$$

Этот метод особенно полезен при количественной оценке эпизоотологических случаев и факторов риска. Шансы часто используются в сравнительных аналитических исследованиях, таких как методы «случай – контроль» и когортные исследования. Они позволяют сравнивать вероятность события в разных группах или вычислять отношение шансов того, что событие произойдет или не произойдет.

Тренды (устойчивые тенденции). Одним из эффективных методов в количественных исследованиях является анализ трендов – устойчивых отклонений эпизоотологических параметров от краткосрочных показателей динамики процессов. Эти отклонения могут проявляться как увеличение или уменьшение показателей, что дает возможность прогнозировать развитие эпизоотических явлений. Графическое представление трендов помогает более четко оценить направленность изменений и степень выраженности этих отклонений.

Метаанализ. Метаанализ представляет собой количественный анализ результатов эпизоотологических исследований путем их объединения с данными из других аналогичных эпизоотических ситуаций. Такой подход увеличивает статистическую достоверность и убедительность результатов за счет расширения выборки. Метаанализ эффективен для обобщения и синтеза различных исследований, что позволяет более точно и обоснованно интерпретировать эпизоотологические данные.

Методы математической (статистической) обработки материалов

Для обработки данных текущего учета и получения количественных характеристик эпизоотической обстановки на ограниченной территории (например, в пункте или районе) применяются следующие методы:

- **группировка данных и их выравнивание**, включая составление математических рядов для выявления закономерностей;

- **вычисление средних величин (показателей)** и определение их достоверных интервалов (ошибок), что позволяет получить более точные результаты;
- **статистическая оценка достоверности совпадений или различий**, с целью проверки значимости полученных данных;
- **корреляция показателей между переменными величинами**, для анализа взаимосвязей между различными факторами;
- **описание результатов исследований**, включая их аналитическую интерпретацию;
- **построение графических изображений**, таких как схемы, графики и диаграммы, для визуализации данных и выявления тенденций.

Критерии оценки достоверности

В интерпретации результатов эпизоотологических исследований для математической обработки используется проверка гипотез с помощью значения **P** – показателя, определяющего, является ли полученный результат случайным. Значение **P** варьирует от 1 до 0, где 1 означает абсолютную случайность, а 0 — абсолютную достоверность.

Принято считать, что если **P ≤ 0,005** (что соответствует достоверности не менее 95%), результат исследования можно считать достоверным. Этот показатель принят как минимально возможный для статистически значимого результата.

В некоторых случаях для повышения надежности исследования применяются более строгие критерии:

- **P ≤ 0,01** — достоверность не менее 99%;
- **P ≤ 0,001** — достоверность не менее 99,9%.
- Для исключения ошибок в исследовании используются два подхода:
- **Увеличение выборки**, например, увеличение количества животных или проб;
- **Рандомизация**, которая помогает минимизировать влияние случайных факторов и повысить объективность результатов.

Рандомизация — это процесс случайного распределения участников эксперимента по различным группам или порядку проведения экспериментальных условий. Она предполагает случайную выборку, которая исключает влияние неконтролируемых, непреднамеренных и подсознательных факторов, а также ошибок, возникающих при сборе и группировке данных.

Рандомизация гарантирует, что все объекты исследования являются равными и не отличаются по каким-либо неконтролируемым свойствам. Это минимизирует вероятность получения ошибочных (ложных) результатов и повышает достоверность выводов.

Следует отметить, что чем больше выборка, тем более точными становятся результаты исследования, что особенно важно в контексте активного мониторинга инфекционных заболеваний.

При необходимости проведения массовых исследований для получения точных результатов используется методика расчета объема выборки или количества проб. Это может быть выполнено в двух вариантах:

1. **Определение количества проб**, которые необходимо исследовать для того, чтобы с заданным уровнем достоверности подтвердить наличие больных животных при минимальном уровне заболеваемости в исследуемой популяции. Для этого используется формула:

$$n = (1 - (1 - y)^{1/d}) \times (N - \frac{d}{2}) + 1$$

2. **Определение верхней границы числа положительных проб**, если в ходе исследования были получены отрицательные результаты. Для этого используется формула:

$$d = (1 - (1 - y)^{1/n}) \times (N - \frac{n}{2}) + 1$$

Обозначения: **N** - размер популяции; **d** - число положительных проб; **n** - общее число проб; **y** - желаемый уровень достоверности (обычно принимается 95%).

После вычислений с помощью этих формул, размер выборки (количество проб, которые необходимо исследовать) определяется с использованием специальных таблиц.

В случае ограниченных исследований, например, при лабораторных экспериментах, минимальное количество подопытных животных (эмбрионов, проб, питательных сред, культур клеток и т. д.) для одного наблюдения необходимо составлять не менее четырех. Это минимальное число, которое позволяет провести анализ и обработку данных с использованием математических методов.

В настоящее время нет необходимости выполнять большинство статистических расчетов вручную, поскольку существуют статистические приложения для компьютерных программ (например, Microsoft Excel, StatSoft Statistica 6 и другие), а также специализированные статистические программы, доступные специалистам. Тем не менее, основные показатели и их назначение будут рассмотрены далее.

Подробные примеры:

Пример 1. Определение количества проб для выявления заболевания

Условие:

Популяция животных, $N=500$

Минимальный уровень заболеваемости (число положительных проб, которые могут встретиться), $d=5$

Уровень достоверности, $y = 0.95$

Формула:

$$N = \left(1 - (1 - y)^{1/d}\right) \times \left(N - \frac{d}{2}\right) + 1;$$

подставляем значения:

$$n = (1 - (1 - 0.95)^{1/5}) \times (500 - 2,5) + 1$$

$$n = (1 - 0,05^{0,2}) \times 497,5 + 1$$

$$0,05^{0,2} \approx 0,549$$

$$n = (1 - 0,549) \times 497,5 + 1$$

$$n = 0,451 \times 497,5 + 1 \approx 224,5 + 1 = 225,5$$

Округляем: $n \approx 226$

То есть, чтобы с 95% достоверностью подтвердить наличие хотя бы 5 больных животных среди 500, нужно исследовать 226 проб.

Пример 2. Определение верхней границы числа положительных проб, если все результаты отрицательные

Условие:

Популяция, $N = 500$

Количество исследованных проб, $n = 50$

Уровень достоверности, $y = 0.95$

Формула:

$$d = (1 - (1 - y)^{1/n}) \times \left(N - \frac{n}{2}\right) + 1;$$

$$d = (1 - (1 - 0,95)^{1/50}) \times (500 - 25) + 1$$

$$= (1 - 0,05^{0,02}) \times 475 + 1$$

$$0,05^{0,02} \approx 0,942$$

$$d = (1 - 0,942) \times 475 + 1$$

$$d = 0,058 \times 475 + 1 \approx 27,6 + 1 = 28,6$$

Округляем: $d \approx 29$

Это значит, что если мы исследовали 50 проб и **не нашли ни одной положительной**, то при доверии 95% можно утверждать, что в популяции **не более 29 больных животных**.

Статистические методы и показатели.

Расчет средней арифметической и ее ошибки, ($M \pm m$).

В статистической обработке количественных данных часто вычисляют среднюю арифметическую (при количестве значений от 4 и выше) и ее ошибку (отклонение от нее в группе данных) с вероятностью (P), равной или более 95%.

Расчет критерия достоверности Стьюдента (t) средней арифметической.

Для одного ряда исследований критерий достоверности $t = M/m$;

для достоверности различий двух групп:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} ;$$

где: M_1 и M_2 — средние значения двух сравниваемых выборок, m_1 и m_2 — стандартные ошибки средних значений.

Различия признаются достоверными при, $t \geq 2,5-3$.

Определение коэффициента (степени) корреляции. Метод определения корреляции используется для быстрой оценки зависимости между показателями, когда имеется или предполагается связь между двумя факторами.

Коэффициент корреляции (R) позволяет оценить, существует ли закономерная и достоверная зависимость между двумя сравниваемыми показателями. Например, это может быть прямая корреляция между титрами антител и количеством введенного препарата, или обратная корреляция между титрами антител и уровнем заболеваемости.

Коэффициент корреляции (R или r -ранг) рассчитывается по следующей формуле:

$$r_{\text{ранг}} = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n-1) \times (n+1)} ;$$

где: D — разность между величинами порядковых номеров исследуемых явлений, n — общее число вариантов в каждой совокупности.

При уровне достоверности 95% или 99% значения R для слабой, средней и сильной корреляции должны соответствовать критериям, указанным в таблице 3.

Таблица 3 - Шкала оценки корреляции

Прямая корреляция		Обратная корреляция	
Слабая	+0 – 0,3	Слабая	- 0 – 0,3
Средняя	+0,3 – 0,7	Средняя	- 0,3 – 0,7
Сильная	+0,7 – 1,0	Сильная	- 0,7 – 1,0

Критерий х-квадрат (Пирсона) — это показатель различий (соответствия), который широко используется для анализа данных при сравнении иммуногенности вакцин или при проведении исследований типа опыт/контроль. Он является основой методологии контролируемых эпизоотических экспериментов.

Поскольку в реальных условиях редко бывает, что в опытной группе все идеально (все животные здоровы), а в контрольной группе все в плохом состоянии (все больны или погибли), схема оценки различий обычно выглядит как показано в таблице 4.

Таблица 4. – схема оценки различий в опытной и контрольной группе.

Группы	Выжило (не заболело)	Пало (заболело)	Сумма (всего в группе)
Опыт	a	b	$a + b$
Контроль	c	d	$c + d$
Сумма	$a + c$	$b + d$	$a + b + c + d = n$

$$X^2 = \frac{(ad - bc - 0,5n)^2 \times n}{(a + c) \times (b + d) \times (a + b) \times (c + d)};$$

где: a, b, c, d — частичные данные в таблице сопряженности, n — всего животных в эксперименте.

Уровень статистической достоверности различий оценивается по критерию χ^2 (табл. 5).

Таблица 5. – Оценка уровня статистической достоверности различий по критерию χ^2

Значение Х-квадрат	Уровень достоверности различий	Достоверность по Х-квадрат
3,841 и более	95%	$P \leq 0,05$
5,412 и более	98%	$P \leq 0,02$
6,635 и более	99%	$P \leq 0,01$

Значения, которые оказываются ниже установленных предельных значений, оцениваются как недостоверные различия, что свидетельствует о том, что разницы между экспериментальными группами нет.

Исключение выбросов (выскакивающих значений). Часто в результатах исследований встречаются значения, которые значительно отклоняются от общего ряда, и могут не соответствовать общим тенденциям. Возникает вопрос: стоит ли исключать такие значения как ошибочные или включить их в общий анализ? Значение можно исключить, если оно удовлетворяет следующему условию:

$$X_B - M > \Delta X_f ;$$

где: X_B — выскакивающее значение; M — среднее арифметическое всех значений, за исключением X_B ; Δ_{xf} — коэффициент, вычисляемый по специальным таблицам (например, Ашмарин, Воробьев, 1962), f - коэффициент, определяемый по таблицам.

Методы определения LD50 - это количество возбудителя (микроорганизмов), которое вызывает гибель 50% зараженных животных.

Метод Рида и Менча. Метод дает возможность вычисления среднеэффективной дозы и основан на принципе кумуляции (накопления). Принцип кумуляции позволяет повысить точность эксперимента. Для правильного использования метода необходимо, чтобы интервал между испытанными дозами был постоянным (в обычном или логарифмическом масштабе). Из исследуемой суспензии какого-либо штамма возбудителя осуществляют ряд последовательных разведений (10-1, 10-2, 10-3, ..., 10-10), поскольку инфекционное действие того или иного возбудителя убывает прямо пропорционально его разведению. Материалом из каждого разведения заражают группу чувствительных объектов (не менее четырех в каждой группе) и ведут наблюдение за результатами заражения. При этом минимальное разведение должно вызывать гибель 100%, а предельное - 0%.

Расчет производят по формуле:

$$\lg LD_{50} = \frac{\lg B - /b_{50}}{b - a} \times \lg d ;$$

где В -- доза, дающая эффект более 50%; b -- процент летальности, соответствующий разведению В, %; a -- процент летальности, соответствующий разведению, дающему гибель менее 50% животных, %; d -- интервал между двумя соседними дозами.

Пример расчета методом Рида и Менча

Результаты опыта представлены в таблице 6.

Таблица 6 - результаты опытов

Разведение вируса (log10)	Кол-во зараженных / Общее	Доля зараженных (pi)	Кумулятивная доля (Σpi)	Среднее значение между ступенями ($\Delta \Sigma pi$)
10^{-1} (1)	4 / 4	1,0	1,0	
10^{-2} (2)	4 / 4	1,0	2,0	1,0
10^{-3} (3)	3 / 4	0,75	2,75	0,75
10^{-4} (4)	2 / 4	0,5	3,25	0,5
10^{-5} (5)	1 / 4	0,25	3,5	0,25
10^{-6} (6)	0 / 4	0	3,5	0

$$LD_{50} = 1 - 1 \times \left(\frac{2,5 - 0,5}{4} \right) = 1 - \frac{2}{4} = 0,5 ;$$

Среднеэффективная доза (LD₅₀) соответствует разведению 10^{-0,5}

Метод Кербера. По данному методу средне эффективную дозу вычисляют по следующей формуле:

$$\lg ED_{50} = D_{max} + \frac{d}{n} \times \left(p - \frac{n}{2} \right) ;$$

где: D_{max} - десятичный логарифм разведения, еще дающего 100%-ный эффект; d - десятичный логарифм интервала между разведениями, равен 1,0; n - число повторов, приходящееся на каждое разведение материала; p - число тест-объектов, погибших (+) в разведении, в котором произошла 100%-ная гибель тест-систем, и во всех последующих разведениях.

Подробно методики и примеры расчетов изложены в соответствующих руководствах.

Расчет защитного и лечебного эффекта (формулы Эгертона)

Часто бывает нужно рассчитать защитное действие вакцины или лечебное действие препарата (как показатель эффективности примененного средства):

$$ЗЭ\% = 100 - \frac{100a}{b};$$

$$ЛЭ\% = 100 - \frac{100c}{d};$$

где: ЗЭ - защитный (профилактический) эффект; a - процент заболевших в вакцинированной (леченой) группе; b - процент заболевших в контрольной группе (на момент оценки); ЛЭ - лечебный эффект; c - процент из обработанной (опытной) группы, болевших до лечения и не выздоровевших; d - процент из контрольной группы, болевших до лечения и не выздоровевших (на момент оценки).

Пример 1: Защитный эффект вакцины (ЗЭ%) у животных

Условие:

Проводилось исследование эффективности вакцины против вирусного заболевания у телят.

Опытная группа (вакцинированные телята) — 50 голов

→ Заболели 5 телят → это $a = (5/50) \times 100 = 10\%$

Контрольная группа (невакцинированные телята) — 50 голов

→ Заболели 25 телят → это $b = (25/50) \times 100 = 50\%$

Расчёт:

$$ЗЭ\% = 100 - \left(\frac{100 \times a}{b} \right) = 100 - \left(\frac{100 \times 10}{50} \right) = 100 - 20 = 80\%$$

Защитный эффект вакцины у телят = 80%

Пример 2: Лечебный эффект препарата (ЛЭ%) у животных

Условие:

Изучали эффективность препарата для терапии поросят от кишечной инфекции.

Опытная группа (получали препарат) — 40 больных поросят

→ После лечения выздоровели 30 поросят, не выздоровели 10

$$\rightarrow c = (10/40) \times 100 = 25\%$$

Контрольная группа (без лечения) — 40 больных поросят

→ Выздоровели 10, не выздоровели 30

$$\rightarrow d = (30/40) \times 100 = 75\%$$

Расчёт:

$$\text{ЛЭ\%} = 100 - \left(\frac{100 \times c}{d} \right) = 100 - \left(\frac{100 \times 25}{75} \right) = 100 - 33,3 = 66,7\%$$

Лечебный эффект препарата у поросят = 66,7%

Порядковые критерии. Порядковые критерии применяют в случае, если нет цифровых значений и невозможно определить M , m , R , t и т. д.

Критерий знаков. Этот критерий применяют, когда опыты и контроли ставятся на одних и тех же животных и есть зависимость одного показателя от другого, но отличия малы. При $n \leq 100$, зная количество опытов (проб, животных и т. д.), с одинаковым результатом можно рассчитать уровень достоверности (P) для минимального количества. Иногда разницы между контролем и опытом в цифрах нет (например, при сравнении двух аллергенов толщина кожной складки одинаковая). Тогда для берутся только отличные друг от друга показатели, независимо в какую сторону, а n_{\min} равно количеству отличий в нужную сторону.

Критерий X.

Удобен, когда имеют место две группы животных — опытная и контрольная (например, вводили разные аллергены).

При этом опыт и контроль записывают по порядку нарастания реакции. Для обоих критериев уровень достоверности (P) определяют по специальным таблицам (Ашмарин, Воробьев, 1962).

Приемы статистической обработки эпизоотологического материала и интерпретации результатов разнообразны и многоплановы и не ограничиваются изложенным.

Специальные методы статистики в эпизоотологическом анализе

Под специальными методами статистического анализа эпизоотологической информации понимают использование статистических показателей, которые отражают ключевые аспекты эпизоотического процесса. Эти показатели, также называемые эпизоотологическими индексами или коэффициентами, делятся на интенсивные и экстенсивные.

Интенсивные показатели характеризуют непосредственные свойства проявления болезни в популяции животных. К ним относятся заболеваемость, смертность, летальность, превалентность и инцидентность. Эти показатели помогают оценить тяжесть протекания болезни и ее охват в поголовье. На основе интенсивных показателей разрабатываются краткосрочные планы противоэпизоотических мероприятий.

Пример с использованием интенсивных показателей у животных:

В хозяйстве с поголовьем **1000 коров** за месяц зарегистрировали **50 случаев мастита**.

- **Заболеваемость** составила: $50 : 1000 \times 100\% = 5\%$.
- Из заболевших коров **5 пало** → **смертность** в поголовье = $5 : 1000 \times 100\% = 0,5\%$.
- **Летальность** среди заболевших = $5 : 50 \times 100\% = 10\%$.
- На конец месяца в стаде оставалось **40 больных животных** → **превалентность** = $40 : 1000 \times 100\% = 4\%$.
- Из этих случаев **20 были новыми** (остальные — хронические) → **инцидентность** = $20 : 1000 \times 100\% = 2\%$.

Экстенсивные показатели описывают распространенность болезни. Они используются для определения удельного веса заболеваемости в процентном выражении. Экстенсивные показатели помогают установить процентное распределение различных нозологических форм среди заболеваний определенного вида животных, а также определить, где и когда встречается болезнь, насколько широко она распространилась в данной территории, и какие группы животных охвачены инфекцией.

Пример с использованием экстенсивных показателей у животных:

В хозяйстве зарегистрировано за год **200 случаев болезней у свиней**.

Среди них:

- гастроэнтериты — **80 случаев**;
- респираторные болезни — **70 случаев**;
- кожные заболевания — **30 случаев**;
- паразитарные болезни — **20 случаев**.

Рассчитаем **экстенсивные показатели** (удельный вес каждой группы заболеваний):

- гастроэнтериты: $80 : 200 \times 100\% = \mathbf{40\%}$;
- респираторные болезни: $70 : 200 \times 100\% = \mathbf{35\%}$;
- кожные болезни: $30 : 200 \times 100\% = \mathbf{15\%}$;
- паразитарные болезни: $20 : 200 \times 100\% = \mathbf{10\%}$.

Такой расчёт показывает:

- какая нозологическая форма преобладает в структуре заболеваемости (в данном случае гастроэнтериты — 40%);
- какое место занимают другие болезни;
- позволяет спланировать, на какие группы заболеваний нужно направить основные профилактические и лечебные мероприятия.

Глава 5

Методология оценки риска МЭБ. Анализ риска при импорте.

Международное эпизоотическое бюро (МЭБ), современное название Всемирная организация здравоохранения животных (WOAH), разработало структурированную методологию оценки риска, которая изложена в Кодексе здоровья наземных животных и Кодексе здоровья водных животных. Эта методология основана на анализе риска для здоровья животных и общественного здравоохранения при международной торговле живыми животными и продуктами животного происхождения.

Основные задачи организации в области оценки рисков заключаются в проведении глобальных исследований по распространению заболеваний животных, оценке рисков для сельского хозяйства и здоровья населения, разработке международных стандартов и рекомендаций по контролю за болезнями, а также в оказании помощи в устраниении эпизоотий и предотвращении новых вспышек заболеваний. Оценка риска для МЭБ представляет собой процесс анализа вероятности и последствий распространения патогенов.

Основные этапы методологии оценки риска МЭБ

Этап 1: Идентификация риска. На этом этапе необходимо определить возможные угрозы, которые могут возникнуть в различных регионах, например, инфекционные болезни, которые имеют потенциал для эпизоотологического распространения. Важным аспектом также является определение источников заболевания, таких как переносчики, прямой контакт с животными или контаминированные корма.

Этап 2: Оценка вероятности возникновения эпизоотий. Оценка вероятности возникновения эпизоотий на основе статистических данных, анализа случаев заболеваний, климатических и экологических условий. Для

этого используются математические модели, которые позволяют прогнозировать вероятность возникновения эпизоотий в различных географических районах и среди различных видов животных.

Этап 3: Оценка последствий инфекций. Этот этап включает в себя анализ возможных последствий эпизоотии для здоровья животных, экономики (например, ущерб сельскому хозяйству), а также для здоровья человека (особенно в случае зоонозных заболеваний). Важно также учитывать последствия для экосистемы в целом, например, в случае массовой гибели животных.

Этап 4: Оценка уровня риска. На основе данных, полученных на предыдущих этапах, определяется общий уровень риска, который отражает как вероятность возникновения инфекций, так и их последствия. Этот риск может быть классифицирован как низкий, средний или высокий. Для этого используют количественные и качественные методы, такие как вероятностное моделирование, экспертные оценки и статистический анализ.

Этап 5: Разработка мер по снижению риска. На основе оценки рисков разрабатываются стратегии и мероприятия, направленные на минимизацию вероятности возникновения эпизоотий, а также на снижение ущерба от уже произошедших вспышек заболеваний. Это может включать меры по вакцинации, карантину, улучшению санитарных условий на фермах и других профилактических мерах.

Применение оценки риска для различных заболеваний

МЭБ использует оценку риска для разработки рекомендаций и решений по борьбе с конкретными заболеваниями. Рассмотрим пример для нескольких заболеваний:

- **Ящур:** Проводится анализ рисков, связанных с возможностью распространения вируса среди сельскохозяйственных животных, а также оценка воздействия на экономику в случае вспышки заболевания.

- **Туберкулез у крупного рогатого скота:** Оценка риска основывается на анализе распространения инфекции через молоко, мясо, а также на риске передачи инфекции от животных к человеку.

Для каждого заболевания МЭБ разрабатывает свои уникальные методы оценки рисков, которые включают анализ пути распространения, географическую распространенность, возможности профилактики и лечения.

Современные подходы в оценке риска

Современные методы оценки рисков используют новейшие достижения в области данных, информационных технологий и статистики. Вот несколько ключевых направлений:

- **большие данные (Big Data):** современные системы мониторинга позволяют собирать огромные объемы данных о движении животных, климатических условиях, а также о состоянии здоровья животных. Эти данные анализируются для предсказания возможных вспышек заболеваний.
- **геномные исследования:** современные методы молекулярной диагностики и геномики позволяют более точно определять причины заболеваний и оценивать риски на уровне молекул и генов.
- **модели прогнозирования:** системы моделирования, такие как эпидемиологические модели, помогают предсказывать распространение заболеваний на основе различных факторов, включая климат, миграцию животных и транспортные потоки.

Таким образом, оценка риска является важным инструментом для предотвращения и минимизации последствий заболеваний животных. Методология, разработанная МЭБ, позволяет не только эффективно контролировать уже существующие угрозы, но и прогнозировать потенциальные риски для здоровья животных и человека. Ветеринарные специалисты должны быть знакомы с этими методами, чтобы успешно применять их в своей практике и принимать обоснованные решения в области эпизоотической безопасности.

Анализ риска при импорте

Анализ риска, связанный с распространением заболеваний в процессе международной торговли животными и продуктами животного происхождения, регламентирован соглашением ВТО по санитарным и фитосанитарным мерам (СФС). В сфере биологической безопасности на международном уровне ключевую роль играют такие организации, как ООН, включая Продовольственную и сельскохозяйственную организацию (ФАО), Международная конвенция по защите растений (ИППС), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), которая выполняет ведущие координирующие функции в данной области, а также Всемирная организация здравоохранения животных (МЭБ). Картахенский протокол по биобезопасности, являющийся дополнением к Конвенции о биологическом разнообразии, устанавливает нормы, регулирующие трансграничное перемещение, транзит, обработку и использование живых организмов, которые могут представлять угрозу для сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия, а также учитывать потенциальные риски для здоровья человека.

Следующий нормативный документ, устанавливающий комплекс санитарных мер, направленных на обеспечение безопасности международной торговли наземными животными – млекопитающими, птицами и пчёлами –, а также продукцией животного происхождения. Санитарный кодекс наземных животных, разработанный Всемирной организацией здоровья животных (МЭБ). Он регламентирует действия ветеринарных служб как стран-экспортёров, так и стран-импортёров, направленные на предотвращение трансграничной передачи патогенных микроорганизмов, представляющих угрозу для здоровья животных и человека. Также в этом документе особое внимание уделяется недопущению установления необоснованных санитарных барьеров, способных препятствовать справедливой и научно обоснованной международной торговле.

Наряду с Санитарным кодексом наземных животных, важное значение в системе обеспечения глобальной продовольственной безопасности имеет Кодекс Алиментариус (Codex Alimentarius) – свод международных стандартов, правил и рекомендаций, разработанный под эгидой Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО). Кодекс охватывает как необработанную, так и переработанную пищевую продукцию, а его положения опираются на современные научные подходы к анализу и управлению рисками. Рекомендованные Комиссией по Кодексу Алиментариус (CAC) процедуры направлены на минимизацию биологических угроз, связанных с производством и потреблением продовольствия.

Доступ государств к внешним рынкам животноводческой продукции, как показывает практика, обусловлен их ветеринарно-санитарным статусом в отношении конкретных заболеваний, а также соблюдением международных требований в сфере торговли. К числу таких требований относятся положения Соглашения Всемирной торговой организации по санитарным и фитосанитарным мерам (СФС), а также регламенты, установленные странами-импортёрами в области продовольственной безопасности.

Всемирная организация здравоохранения животных признаёт, что для ряда стран полное искоренение болезней животных и сохранение статуса благополучия может представлять значительные трудности. В связи с этим, в целях эффективной борьбы с заболеваниями и содействия международной торговле были внедрены такие подходы, как зонирование, компартментализация и анализ риска. Эти механизмы позволяют упростить процедуру доступа на рынок как для отдельных производителей и стран, так и для определённых категорий товаров.

Особое значение в этой системе приобретает анализ и управление риском, которые стали неотъемлемым инструментом ветеринарной политики в странах, активно участвующих в международной торговле продукцией

животного происхождения. Эти подходы позволяют обеспечивать эпизоотическую безопасность территорий и популяций, а также принимать обоснованные и объективные решения, основанные на оценке риска, обеспечивая тем самым как биобезопасность, так и экономическую эффективность ведения хозяйства.

МЭБ определяет анализ риска как «выявление опасностей, оценку риска, управление и оповещение о рисках». Для МЭБ оценка риска – это «оценка вероятности биологических и экономических последствий заноса, фиксации и распространения какой-либо опасности на территории импортирующей страны».

Таким образом, принятые Российской Федерацией международные обязательства предполагают неукоснительное соблюдение данных процедур. Оценка риска должна основываться на актуальных научных данных, применении соответствующих методов переработки, производства и инспекции, наличии свободных от болезни зон, степени распространённости заболевания и других релевантных факторах. При этом важным условием остаётся минимизация негативного влияния таких мер на международную торговлю.

В том случае, если меры, принятые по результатам оценки риска, не соответствуют международным стандартам, предписаниям или рекомендациям МЭБ и при этом создают или могут создать препятствия для экспорта со стороны торгового партнёра, последнему предоставляется право запросить обоснование применения этих мер.

Таким образом, основная цель анализа риска при импорте – обеспечить страну-импортера объективными и научно обоснованными методами оценки рисков, связанных с ввозом животных, продукции животноводства, генетического материала, кормов, биологических и патологических материалов, с тем чтобы гарантировать как биологическую безопасность, так и прозрачность и добросовестность торговых отношений.

Глава 6

Определение факторов риска при экспортно-импортных операциях и перемещениях животных в пределах Таможенного союза

В современных условиях глобализации и активного развития международной торговли особенно важной становится задача обеспечения ветеринарной безопасности при перемещении животных и продуктов животного происхождения. Таможенный союз (в рамках ЕАЭС) подразумевает более свободное перемещение товаров, в том числе животных. Россельхознадзор фиксирует рекордные темпы роста экспорта живого скота из РФ на внешние рынки. Объем экспорта за первое полугодие 2023 года составил 174,4 тыс. голов скота – почти столько же, сколько за весь 2022 год (175,5 тыс. голов). Основная доля поставок приходится на мелкий рогатый скот (МРС) и живых свиней (рис. 5).



Рисунок 5. - Экспорт живого скота из России

<https://vetandlife.ru/sobytiya/eksport-zhivogo-skota-iz-rossii-v-etom-godu-rekordno-vyros/>

Однако столь активная внешнеэкономическая деятельность сопряжена с ростом рисков распространения инфекционных заболеваний, включая особо опасные и трансграничные. В этих условиях ветеринарный контроль на границах становится важнейшим барьером, предотвращающим проникновение и распространение таких болезней.

Основные факторы риска при перемещении животных

Перемещение животных через государственные границы и внутри Таможенного союза сопряжено с многочисленными рисками биологического, экономического и нормативно-правового характера, требующими системного подхода к их выявлению, оценке и минимизации. Комплексное понимание этих рисков позволяет обеспечить эпизоотическое благополучие территорий, защиту здоровья населения и устойчивость международной торговли животными и продукцией животного происхождения.

Факторы страны-экспортера (эпизоотические / эпидемические).

Факторы, связанные с эпизоотической и эпидемической ситуацией в стране-экспортере, играют важнейшую роль при оценке риска при международной торговле животными, продукцией животного происхождения и биологическими материалами в пределах Таможенного союза.

Эпизоотическое благополучие. Степень распространенности опасных заразных заболеваний среди животных на территории страны-экспортера является первичным критерием при принятии решения о ввозе. Например, наличие вспышек ящура, африканской чумы свиней, бешенства, сибирской язвы или других трансграничных заболеваний может стать основанием для полного запрета на ввоз животных или продукции из региона или всей страны.

Анализ ретроспективных данных по выявленным вспышкам, частоте, продолжительности и географии заболеваний позволяет прогнозировать вероятность их повторного возникновения. Так, если страна недавно

преодолела вспышку опасной инфекции, но не прошла весь период карантина и мониторинга, уровень риска остается высоким.

Особое внимание уделяется уровню инцидентности и превалентности заболеваний на территории экспортирующей страны, то есть частоте возникновения и распространённости тех или иных инфекций среди животных. Наличие официально признанных зон, свободных от заболеваний, либо территорий с низкой эпизоотической активностью значительно снижает ветеринарные риски. Также важны популяционные характеристики — численность, плотность, структура и перемещаемость поголовья животных. Эти данные позволяют понять, насколько стабильно функционируют системы биобезопасности и каков потенциал распространения заболеваний.

Кроме того, учитываются географические и экологические характеристики страны: климатические условия, наличие природных барьеров, плотность населения, а также миграционные пути диких животных, которые могут быть резервуаром инфекции. Все эти факторы в совокупности формируют общий профиль эпизоотического риска страны-экспортёра.

Наличие и эффективность системы ветеринарного контроля. Оценивается способность страны-экспортёра выявлять, локализовывать и устранять очаги инфекций. Наличие национальных программ мониторинга, официальной отчетности по международным требованиям (например, в ВОЗЖ — WOAH), организация вакцинации и эпиднадзора снижают риски заражения при перемещении животных.

Меры по биобезопасности и прослеживаемости

Учитываются наличие и строгость национальных ветеринарных требований к экспорту: условия содержания, транспортировки, наличие карантина, ведение единой системы идентификации и прослеживания животных.

Таким образом, эпизоотическая и эпидемическая обстановка в стране-экспортёре — это ключевой показатель при формировании оценки риска,

влияющий на необходимость введения ограничительных мер, выбор дополнительных лабораторных исследований или установление карантинных режимов при ввозе животных на территорию Таможенного союза.

Санитарно-гигиенические факторы

Санитарно-гигиенические риски являются важнейшей категорией факторов, влияющих на благополучие животных при их международном перемещении, а также на безопасность и качество животноводческой продукции. Данные риски тесно связаны с эпизоотическими и могут как усиливать их, так и выступать в качестве независимых факторов угрозы.

Условия содержания и транспортировки животных: качество кормов и воды; стресс-факторы при перемещении.

Нормативно-правовые факторы:

- несоответствие ветеринарным требованиям стран-участниц Таможенного союза;
- отсутствие или неправильное оформление ветеринарных сертификатов;
- нарушения правил карантинирования.

Специфика Таможенного союза. В рамках Таможенного союза (ЕАЭС) действуют единые ветеринарно-санитарные требования, однако остаются национальные особенности, которые необходимо учитывать: различия в списках нотифицируемых болезней, разница в программах вакцинации, особенности национального законодательства в сфере ветеринарии.

Глава 7

Методы управления рисками в эпизоотологии. Мониторинг и прогнозирование эпизоотического процесса при зоонозах

Управление рисками в эпизоотологии — это комплексная система мероприятий, направленных на предотвращение, снижение вероятности и последствий распространения инфекционных заболеваний среди животных. В условиях глобализации, изменения климата, интенсификации животноводства и увеличения миграции животных эффективное управление эпизоотическими рисками становится ключевым элементом обеспечения биобезопасности страны.

Эффективное управление эпизоотическими рисками строится на четко структурированном подходе, включающем четыре взаимосвязанных этапа. Каждый из них играет критическую роль в построении системы биобезопасности и предупреждении распространения инфекционных болезней животных.

Идентификация риска. Первым и фундаментальным этапом является идентификация риска, то есть процесс распознавания и описания потенциальных биологических угроз. На этом этапе ветеринарные специалисты определяют, какие инфекционные заболевания могут представлять наибольшую эпизоотическую опасность в конкретном регионе или хозяйстве. При идентификации учитываются следующие факторы:

Этиологическая структура заболеваний: какие патогены способны вызвать эпизоотии — вирусы, бактерии, паразиты, грибы?

Видовая восприимчивость животных: какие виды наиболее подвержены заражению?

Популяционные особенности: плотность и скученность животных, структура стада, возрастные и физиологические группы.

Географические и экологические условия: климат, сезонные колебания, наличие водоёмов, путей миграции диких животных.

Условия содержания и технологии ведения животноводства: интенсивные методы, свободное выпасное содержание, зоогигиенические показатели. Этот этап позволяет определить, где, в каких условиях и насколько вероятно может возникнуть эпизоотическая вспышка.

Оценка риска (анализ риска). После определения потенциальных угроз необходимо перейти к оценке риска — анализу степени вероятности возникновения эпизоотии и тяжести её последствий. На практике используются два основных подхода:

Качественная оценка риска. Метод основан на экспертных знаниях и профессиональном опыте специалистов. Часто применяются матрицы риска, где уровень опасности оценивается по шкале от низкого до критического. Такой подход удобен в условиях ограниченности данных, однако требует высокой квалификации экспертов.

Количественная оценка риска. Используются математические и статистические модели, позволяющие более точно рассчитать вероятность эпизоотических событий.

Пример: при анализе риска заноса бруцеллёза через импорт сельскохозяйственных животных и продуктов животного происхождения учитываются: эпизоотическая и эпидемиологическая ситуация в стране-экспортере, наличие и эффективность программ по контролю и ликвидации бруцеллёза, ветеринарные и санитарные сертификаты, методы диагностики и вакцинации, устойчивость возбудителя во внешней среде, а также пути возможной передачи инфекции человеку.

Результатом этого этапа становится объективная оценка вероятности заноса и распространения инфекции, а также потенциального ущерба для животного и человеческого здоровья, что позволяет обоснованно принимать профилактические и ограничительные меры.

Управление риском (реагирование). Когда риск идентифицирован и оценён, наступает следующий ключевой этап — управление риском, или реагирование. Это совокупность практических мер, направленных на

снижение вероятности возникновения эпизоотии либо минимизацию её последствий. В зависимости от уровня угрозы и специфики ситуации применяются различные стратегии:

Противоэпизоотические мероприятия (biosecurity) они являются первой линией обороны и включают: установку карантинных зон при завозе животных из других регионов; создание санитарных барьеров (дезбарьеры, пропускные пункты, зоны ограниченного доступа); строгий контроль за доступом на территории ферм (регистрация посетителей, смена одежды и обуви).

Вакцинация и серомониторинг. Вакцинация применяется как профилактическая или экстренная мера, формирующая групповой иммунитет. Серомониторинг позволяет отслеживать уровень антител у животных и вовремя выявлять скрытую циркуляцию возбудителя. Эти методы особенно важны при борьбе с такими заболеваниями, как бруцеллоз, бешенство, классическая чума свиней.

Ограничение передвижения животных. Своевременное введение ограничений на транспортировку животных, продукции и кормов из неблагополучных регионов препятствует распространению инфекции.

Информационно-просветительская работа. Повышение уровня ветеринарной грамотности среди фермеров, владельцев личных подсобных хозяйств и работников животноводческих предприятий — важнейший элемент профилактики. Обучающие семинары, памятки, информационные плакаты и консультативная поддержка позволяют повысить готовность к действиям в случае угрозы. Все эти меры должны реализовываться с учетом оценки риска и согласовываться между всеми участниками процесса: от ветеринарных служб до органов управления и самих владельцев животных.

Обмен информацией и координация действий в условиях эпизоотического риска. Невозможно эффективно управлять эпизоотическим риском без чёткой, своевременной и прозрачной коммуникации между ветеринарными, медицинскими, санитарными, контролирующими и другими профильными службами:

1. Ветеринарные службы (государственные и частные)

- проводят мониторинг, диагностику, вакцинацию, карантинные мероприятия;
- ключевые исполнители мер по контролю и ликвидации инфекции у животных.

2. Медицинские учреждения и службы здравоохранения

- участвуют в выявлении и лечении заболеваний у людей, передающихся от животных;
- координируются с ветеринарными службами для оценки риска для населения.

3. Сельскохозяйственные и фермерские предприятия

- обязаны соблюдать ветеринарные нормы, участвовать в профилактических мероприятиях;
- являются источником информации о состоянии животных.

4. Органы государственного управления (Министерства сельского хозяйства, здравоохранения, природных ресурсов)

- принимают управленческие и нормативные решения, обеспечивают финансирование и контроль.

5. Пограничные и таможенные службы

- контролируют ввоз/вывоз животных и продукции, предотвращая занос инфекции.

6. Научные и исследовательские учреждения

- разрабатывают методы диагностики, профилактики, вакцины, проводят риск-анализ.

7. Международные организации (например, ВОЗ, ВОЗЖ/WOAH, ФАО)

- координируют глобальные усилия, предоставляют рекомендации и поддержку.

8. Население и потребители

- должны быть информированы о рисках, мерах профилактики, правилах безопасного поведения;

- вовлечены через просветительские кампании и систему общественного здравоохранения.

9. Средства массовой информации

- играют важную роль в информировании общественности и предотвращении паники или дезинформации.

Таким образом, эффективная коммуникация между **ветеринарной и медицинской системами, государственными органами, бизнесом и населением** является краеугольным камнем в управлении зоонозными рисками.

Межведомственное и международное взаимодействие. Координация усилий ветеринарных служб, государственных органов, научных учреждений и международных организаций, таких как: МЭБ (ОIE), ФАО (FAO) и сельскохозяйственная организация ООН. Такое взаимодействие обеспечивает обмен информацией о вспышках, штаммах возбудителей, мерах контроля и доступе к международным стандартам.

Оповещение и доступ к информации. Эпизоотическая информация должна быть достоверной, оперативной и понятной. Это включает в себя уведомления о выявленных случаях, инструкции по действиям, рекомендации по профилактике. Важно обеспечить доступ к информационным ресурсам как для специалистов, так и для населения. Эффективная коммуникация риска – это не просто передача фактов, но и формирование доверия, согласованности действий и ответственности между всеми службами, входящими в систему ветеринарного надзора.

Методы и инструменты управления рисками

Для эффективного контроля и снижения эпизоотических рисков применяются как традиционные профилактические меры, так и современные цифровые технологии и модели прогнозирования. Комбинация этих инструментов позволяет создать многоуровневую систему реагирования, основанную на научных данных и опыте.

Геоинформационные системы (ГИС). ГИС — это мощный инструмент пространственного анализа, позволяющий:

1. **Визуализировать** очаги инфекции на карте в режиме реального времени;
2. **Оценивать** географическое распространение заболеваний с учётом плотности популяций, миграционных маршрутов и экологических факторов;
3. **Прогнозировать** возможные пути распространения болезни, опираясь на эпидемиологические данные и алгоритмы пространственного моделирования.

Пример: с помощью ГИС отслеживаются случаи бешенства у диких и домашних животных, особенно в приграничных и сельских районах, где существует риск передачи вируса человеку. Это позволяет оперативно организовывать вакцинацию, устанавливать карантинные зоны и координировать работу ветеринарных и медицинских служб.

Моделирование. Сценарное моделирование позволяет смоделировать развитие эпизоотической ситуации при различных вариантах событий: например, при отсутствии вмешательства, при немедленном введении карантина или вакцинации.

Преимущества метода:

- оценка потенциальных последствий;
- определение наиболее эффективных стратегий вмешательства;
- помочь в ресурсном планировании и принятии решений.

Модели могут быть как простыми (на уровне хозяйства), так и сложными региональными симуляциями с учётом логистики, климата, миграции и социальных факторов.

Мероприятия по обеспечению биобезопасности. Биобезопасность — основа профилактики заноса и распространения возбудителей. Она включает:

- **сегментацию ферм** — разделение на функциональные зоны с минимизацией перекрёстных контактов между животными и персоналом;

- **контроль доступа** — регистрация посетителей, смена спецодежды, использование дезинфекционных ковриков;
- **регулярную дезинфекцию оборудования, транспорта и помещений;**
- **контроль качества кормов и воды**, особенно при использовании продукции неизвестного происхождения.

Эффективная система биобезопасности снижает риск как интродукции, так и внутрихозяйственного распространения патогенов.

Международные протоколы и стандарты. **Международные протоколы и стандарты.** Система управления рисками в области биобезопасности должна соответствовать международным нормам и быть интегрирована в глобальные механизмы реагирования. Внедрение стандартов, предусмотренных Кодексом здоровья наземных животных (МЭБ/ОIE), обеспечивает согласованность и координацию действий между странами и регионами. При этом учитываются ключевые факторы, такие как международная торговля, миграция диких животных, климатические изменения и трансграничные потоки товаров. Применение международных протоколов усиливает оперативность реагирования и способствует эффективному взаимодействию между национальными и международными структурами при угрозе возникновения эпизоотий.

Примеры реализации управления рисками. Рассмотрим практические кейсы, иллюстрирующие работу систем управления эпизоотическими рисками:

Птичий грипп (HPAI)

- введение строгих карантинных мер;
- выборочные убои заражённой и контактной птицы;
- постоянный лабораторный мониторинг популяций дикой и домашней птицы;
- информационная кампания для птицеводов.

Бешенство в Восточной Европе:

- создание буферных зон в районах выявленных случаев среди дикой фауны;

- усиленный мониторинг и вакцинация домашних животных, отлов и иммунизация диких хищников (например, лисиц) с использованием оральных вакцин;
- внедрение систем учёта и идентификации домашних животных для контроля их вакцинации;
- моделирование потенциальных путей распространения вируса с помощью ГИС с учётом миграции животных и плотности населения.

Таким образом, современное управление рисками в эпизоотологии — это не просто набор мер, а **интегрированная система**, опирающаяся на научные методы, технологии и международное сотрудничество. Успех зависит от способности своевременно оценивать угрозы, эффективно реагировать и координировать усилия всех участников. Ветеринарный специалист в XXI веке — это аналитик, стратег и коммуникатор, обладающий не только клиническими знаниями, но и способностью видеть проблему в более широком масштабе — на уровне популяций, регионов и т.д. Его главная задача — не только лечить, но и предупреждать.

Мониторинг и прогнозирование эпизоотического процесса при зоонозах. Мониторинг представляет собой систематическое и непрерывное наблюдение за эпизоотической ситуацией, основная цель которого — своевременное выявление очагов инфекции, контроль за циркуляцией возбудителя в популяциях животных, всесторонняя оценка факторов риска, а также разработка научно обоснованных рекомендаций по профилактике и контролю заболеваний.

Методы мониторинга зоонозных инфекций

а) Клиническое наблюдение: регистрация подозрительных случаев на основе симптомов. Особенno важен в условиях с ограниченными лабораторными возможностями.

- б) Лабораторный:** исследование биологических образцов (сыворотка, кровь, ткани, фекалии) с применением ПЦР, ИФА, бактериологических и вирусологических методов.
- в) Эпизоотологический мониторинг:** анализ эпизоотических очагов, путей распространения, сезонности, миграции животных, а также социально-экономических факторов.
- г) Геоинформационные системы (ГИС):** использование цифровых карт и пространственного анализа для отслеживания вспышек и выявления зон риска.

Прогнозирование эпизоотического процесса при зоонозах представляет собой важнейший инструмент предупреждения и управления инфекционными заболеваниями, передающимися от животных человеку. В условиях постоянной угрозы трансграничных эпизоотий и растущей взаимосвязанности между здоровьем животных, человека и окружающей среды (концепция «Единое здоровье»), значимость своевременного и научно обоснованного прогнозирования зоонозных инфекций трудно переоценить.

Прогнозирование в данном контексте представляет собой систематический процесс анализа и моделирования с целью предсказания вероятного развития эпизоотической ситуации, выявления возможных очагов возникновения и путей распространения зоонозных заболеваний. Такой подход позволяет не только минимизировать угрозы для животноводства, но и эффективно предотвращать вспышки опасных инфекций среди населения.

В зависимости от целей, временного горизонта и степени детализации различают три основных типа прогнозов.

Оперативный (краткосрочный) прогноз охватывает период от нескольких дней до двух недель. Он необходим в условиях непосредственной угрозы вспышек заболеваний, когда требуется быстрое принятие решений и экстренное реагирование, например, при выявлении первых случаев бешенства или сибирской язвы у диких или домашних животных.

Текущий (среднесрочный) прогноз составляется на срок от одного до шести месяцев и основывается на анализе сезонной и многолетней динамики зоонозов, распространённости переносчиков, плотности популяций диких животных, а также на результатах эпизоотологического мониторинга. Такой прогноз помогает планировать профилактические меры, вакцинацию, отлов и контроль популяций потенциальных резервуаров инфекции.

Перспективный (долгосрочный) прогноз охватывает временной интервал от одного года и более и включает в себя учёт глобальных и макроэкологических факторов — изменения климата, миграционные маршруты птиц и диких животных, урбанизацию, трансформации экосистем и биоценозов. Он используется для оценки рисков появления новых зоонозов или трансформации известных возбудителей в более опасные формы, способные преодолеть межвидовой барьер.

Методы прогнозирования при зоонозах включают широкий спектр инструментов, от классических математических моделей до новейших разработок в области искусственного интеллекта. Наиболее распространёнными являются эпидемиологические модели типа SIR (Susceptible, Infected, Recovered) (восприимчивые – инфицированные – выздоровевшие), позволяющие описывать динамику распространения инфекции в популяциях животных и людей.

Стохастические модели учитывают случайный характер распространения возбудителей и позволяют оценивать вероятность различных сценариев. Экспертные системы, основанные на знаниях и суждениях специалистов, играют важную роль в условиях ограниченного объёма достоверных данных, особенно в регионах с низким уровнем эпиднадзора. Современные технологии позволяют использовать компьютерные симуляции, машинное обучение и системы искусственного интеллекта, анализирующие большие массивы данных из различных источников: ветеринарной и медицинской статистики, спутникового мониторинга, социальных сетей и мобильных приложений. Такие системы

уже доказали свою эффективность при прогнозировании распространения высокопатогенного гриппа птиц, коронавирусной инфекции COVID-19, бруцеллёза, лептоспироза и других зоонозных заболеваний.

Таким образом, прогнозирование эпизоотического процесса при зоонозах — это комплексная, междисциплинарная задача, направленная на раннее выявление и минимизацию угроз, исходящих от инфекций, общих для человека и животных. Его успешная реализация требует интеграции данных, методов и ресурсов из области ветеринарии, медицины, экологии, климатологии и информационных технологий, что в конечном счёте способствует обеспечению биологической безопасности на национальном и глобальном уровнях.

Глава 8

Ландшафтно-географическая оценка рисков

Историческая справка. Идеи природной очаговости, сформулированные Е.Н. Павловским в 1939 году, сыграли ключевую роль в развитии экологического направления в эпидемиологии. Павловский выдвинул концепцию, согласно которой многие природно-очаговые инфекции (например, туляремия, бешенство, бруцеллоз) сохраняются и циркулируют в пределах определённых биогеоценозов, независимо от человека и домашних животных. Эти очаги устойчивы во времени и пространстве, поскольку поддерживаются сложными взаимодействиями между возбудителями, резервуарами (дикими животными) и переносчиками (насекомыми, клещами). В дальнейшем эта концепция была расширена и адаптирована к ветеринарной эпизоотологии, особенно в части изучения зоонозных инфекций, характерных для конкретных ландшафтов. Так, возникла необходимость интеграции знаний географии, экологии, эпидемиологии и ветеринарии в единый междисциплинарный подход.

Экологическая эпидемиология как направление начала активно развиваться во второй половине XX века, а в последние десятилетия получила мощный импульс благодаря развитию геоинформационных технологий и систем пространственного анализа. Таким образом, современный ландшафтно-географический подход в эпизоотологии основывается на синтезе научных достижений в области природной очаговости, ландшафтной экологии и пространственной эпидемиологии.

Ландшафтно-географический подход — это мощный аналитический инструмент, применяемый в эпизоотологии для прогнозирования, оценки и управления рисками инфекционных заболеваний животных. Современная ветеринария требует не только знания патогенов и клинической картины, но и способности учитывать пространственные закономерности, влияние

экосистем, климатических условий, антропогенных изменений на эпизоотический процесс.

Современные тенденции климатических изменений, активизация миграции диких животных, рост плотности сельскохозяйственного животноводства и трансграничные перемещения продукции животного происхождения усиливают эпидемиологические риски. В этих условиях возрастаёт потребность в научно обоснованных подходах к раннему выявлению и оценке потенциально опасных территорий, что делает актуальной разработку методов ландшафтно-географической оценки эпизоотических рисков.

Ландшафтная эпизоотология — это направление эпизоотологии с ярко выраженной природной ориентированностью, основное внимание в котором уделяется изучению природно-очаговых инфекционных заболеваний. Такие очаги, как правило, тесно связаны с определёнными ландшафтами и совокупностью экологических условий, характерных для конкретной территории. Подобная зависимость обусловлена наличием специфического набора факторов, обеспечивающих существование животных-хозяев и переносчиков, к которым возбудители заболеваний эволюционно приспособились и без которых их существование невозможно.

Природные очаги болезней распределены по земной поверхности крайне неравномерно, причём даже в пределах одной ландшафтной зоны их локализация может сильно варьироваться в зависимости от рельефа местности. В отдельных участках с высокой плотностью популяций грызунов могут одновременно сосредотачиваться очаги различных заболеваний, таких как туляремия, лептоспироз, листериоз, бешенство, сибирская язва и др. Чем богаче видовой состав животных-хозяев и переносчиков, чем шире их ареал и выше численность, тем обширнее распространение заболевания и тем активнее протекает эпизоотический процесс.

Исследования в области ландшафтной эпизоотологии основываются на концепции природного территориального комплекса, включающего

взаимосвязанные компоненты природы: литосферу, гидросферу, атмосферу, биоту, почвы, климат и рельеф. Эти элементы в совокупности формируют уникальные условия, определяющие характер протекания природно-очаговых эпизоотий. Именно по этой причине ландшафтную эпизоотологию рассматривают как географическое направление эпизоотологии, изучающее закономерности распространения и проявления инфекций, обусловленных особенностями природных территориальных комплексов.

Основной целью ландшафтно-географической оценки рисков является выявление и ранняя диагностика территорий с повышенной вероятностью возникновения эпизоотий, что требует решения следующих задач:

- определение природно-географических и климатических условий, благоприятных для циркуляции патогенов;
- анализ плотности и структуры животноводства;
- выявление маршрутов миграции диких животных и векторов;
- разработка профилактических и противоэпизоотических мероприятий.

Для комплексной оценки уровня риска необходимо учитывать этиологическую природу его возникновения и детерминирующие его факторы. Все факторы, влияющие на возникновение и распространение биологических угроз, можно условно разделить на две основные группы — природные и антропогенные.

Природные факторы

Климатические: температура, влажность, осадки, сезонность.

Климат оказывает значительное влияние на эпидемиологическую обстановку. Температура воздуха, уровень влажности, количество и характер осадков, а также сезонные колебания напрямую влияют на жизнеспособность патогенов, активность векторов (например, насекомых) и устойчивость возбудителей во внешней среде.

Например, высокая влажность и тёплый климат создают благоприятные условия для выживания и размножения микроорганизмов, включая вирусы и

бактерии, а также для развития насекомых-переносчиков (клещей, комаров). В то же время резкие перепады температур могут способствовать стрессу у животных, снижая их иммунитет и повышая восприимчивость к инфекциям.

Геоморфологические: рельеф, водоёмы, типы почв. Рельеф местности, наличие и характер водоёмов (реки, болота, озёра), типы почв, дренаж и уровень залегания грунтовых вод могут создавать условия для длительного сохранения возбудителей или способствовать их миграции.

Например, заболоченные участки или низменности с застойной водой способствуют накоплению и передаче паразитарных и бактериальных заболеваний. Определённые типы почв, особенно с высоким содержанием органических веществ, также могут сохранять споры бактерий (например, *Bacillus anthracis* — возбудитель сибирской язвы) в течение многих лет.

Биотические: наличие диких животных – резервуаров и переносчиков возбудителей. Флора и фауна региона играют важную роль в эпизоотологической цепи. Дикие животные могут быть природными резервуарами патогенов, не проявляя признаков заболевания, но способными заражать домашних животных или человека.

К примеру, грызуны являются источником лептоспироза и чумы, дикие копытные – носителями вирусов ящура, а летучие мыши – потенциальными источниками вирусов с высоким зоонозным потенциалом (например, коронавирусов или вируса бешенства). Биотическое разнообразие региона, в том числе наличие кровососущих насекомых и клещей, влияет на уровень риска передачи трансмиссивных инфекций.

Антропогенные факторы

Интенсивность животноводства. Высокая плотность содержания животных, особенно на промышленных фермах, значительно увеличивает риск быстрого распространения инфекций. При интенсивных технологиях животные часто находятся в замкнутых пространствах, в условиях стресса и ослабленного иммунитета, что способствует вспышкам заболеваний. Кроме

того, при высокой концентрации животных сложнее контролировать санитарно-гигиеническое состояние, а массовое использование антибиотиков может приводить к формированию устойчивых штаммов микроорганизмов.

Миграция животных и людей. Перемещение животных (в том числе торговля, выпас, кочевое животноводство) и миграционные потоки людей играют ключевую роль в трансграничной передаче возбудителей. Инфицированные особи могут переносить патогены на большие расстояния, распространяя заболевания в ранее свободные регионы. Особенно высоки риски при несоблюдении ветеринарного контроля, карантинных мер и биобезопасности на границах.

Урбанизация, транспортные пути, биофабрики. Развитие инфраструктуры, рост городов, прокладка дорог и увеличение транспортных потоков создают условия для более интенсивного взаимодействия между дикой природой, сельскохозяйственными животными и человеком. Это повышает вероятность передачи зоонозных инфекций. Также крупные биофабрики, производящие биопрепараты или кормовые добавки, при нарушении стандартов безопасности могут стать источниками биологических угроз (например, при утечке патогенов).

Утилизация трупов животных, скотомогильники. Нарушения при захоронении, сжигании или хранении трупов животных — такие как несвоевременное удаление, неправильное сжигание или захоронение в негерметичных скотомогильниках — приводят к загрязнению почвы и воды. Это может способствовать длительному сохранению возбудителей в окружающей среде и создать очаг заражения для других животных и человека. Особенно опасны в этом отношении патогены, способные долго сохраняться в споровой форме, например *Bacillus anthracis*.

Методика изучения эпизоотического состояния территории. Для разработки научно обоснованных планов, направленных на дальнейшее снижение заболеваемости или ликвидацию той или иной инфекционной

болезни среди животных, проводят анализ эпизоотического состояния территории (района, области, края, республики) по конкретной болезни.

Эпизоотическое состояние территории представляет собой совокупность данных, характеризующих степень распространения и особенности проявления эпизоотического процесса по отдельной инфекционной болезни животных на определённой территории за конкретный период времени. При этом все показатели развития эпизоотического процесса, согласно данным за 5-10 лет, исчисляются в разрезе административно-территориальных единиц (в районе — в разрезе хозяйств; в области, крае, республике — в разрезе районов) применительно к отдельным болезням животных.

В процессе изучения последовательно рассчитывают и анализируют следующие показатели:

- **широта распространения болезни** — определяется по количеству неблагополучных пунктов и анализируется картографически;
- **коэффициент очаговости;**
- **структура заболеваемости** — при болезнях, поражающих разные виды животных, устанавливается поражённость отдельных видов;
- **индекс заболеваемости** — рассчитывается и отображается на картограммах в разрезе административно-территориальных единиц;
- **летальность животных;**
- **сезонная динамика заболеваемости;**
- **эффективность профилактической иммунизации** — оценивается её влияние на уровень заболеваемости;
- **факторы, влияющие на эпизоотический процесс** — анализируются природно-географические, хозяйственно-организационные и ветеринарно-санитарные условия;
- **эпизоотологическое районирование территории.**

На основании полученных данных разрабатываются рекомендации по совершенствованию противоэпизоотической работы.

Картографические методы анализа. Картографический метод позволяет изучать закономерности распространения инфекционных болезней на пространственной, временной и пространственно-временной основе. Установив пространственные связи явлений, карту можно использовать для выявления ареалов локализации заболевания за пределами исследованных участков.

Высокой ценностью обладает метод сопряжённого картографического анализа, заключающийся в исследовании аналитических карт отдельных компонентов среды, выступающих как природные предпосылки болезни, и в последующем создании сводных карт. Комплексный показатель, рассчитываемый при этом, позволяет сопоставлять ландшафтные районы с возможными этиологическими факторами различных заболеваний.

Для выявления связи между характером эпизоотического процесса и внешними факторами используют физико-географические данные конкретной территории. В изучении взаимосвязей между компонентами географической среды и эпизоотической ситуацией в пределах ландшафта целесообразно применять ландшафтно-географический метод.

Карта как образно-знаковая модель обладает рядом свойств, присущих многим научным методам: географической локализованностью, масштабностью, математическим подобием, обзорностью, наглядностью и комплексностью. Она позволяет пространственно анализировать явления, которые в реальной среде непосредственно не наблюдаются.

Картографирование ветеринарно-географических явлений на комплексной (ландшафтной), а не административной основе, в сочетании с математико-статистическими, теоретико-информационными и другими методами анализа, позволяет рассматривать каждое заболевание в контексте природной среды, формирующей его проявление. Это даёт возможность отразить интенсивность распространения нозоформ в границах природных районов и населённых пунктов.

Картографическое исследование включает два этапа:

- 1. Сбор и обработка информации;**
- 2. Нанесение данных на карты и анализ закономерностей.**

На первом этапе, наряду с картографическим, используется статистический метод. Сбор информации осуществляется в архивах на основе ветеринарной статистической отчётности и современных данных. Дополнительно могут проводиться собственные наблюдения с применением эпизоотологических, микробиологических и иммунологических методов. Особенno ценны сведения, полученные непосредственно в эпизоотическом очаге.

При наличии данных о поголовье восприимчивых животных, результатах эпизоотологических исследований и отчётности по заболеваниям можно рассчитать следующие показатели:

- интенсивность эпизоотического процесса (заболеваемость, инцидентность, летальность, смертность, очаговость, превалентность);
- экстенсивность (распространённость, неблагополучие);
- территориальная приуроченность заболевания;
- продолжительность эпизоотического процесса;
- периодичность повторения вспышек в одних и тех же пунктах;
- сезонность проявления.

Статистический анализ этих данных, включая расчёт коэффициента эпизоотичности, способствует более глубокому пониманию влияния факторов внешней среды на проявление болезни.

В зависимости от целей исследования выбирается тип карт. Карты классифицируются:

- **по содержанию:** обзорные, исторические, карты районирования, комплексные;
- **по показателям:** заболеваемость, инцидентность, летальность, очаговость, цикличность и др.;
- **по способу отображения:** ареалы, изолинии, значки, точечные и линейные методы, картограммы, диаграммы, графики, комплексные способы;

- **по методам оценки:** корреляционный анализ, многофакторный анализ, метод наименьших квадратов, анализ информационных связей, индикационный метод.

Картографическое исследование может охватывать территорию любого масштаба — от всего мира до отдельного населённого пункта.

Ветеринарно-карографическое районирование представляет собой важнейшее направление, заслуживающее отдельного рассмотрения. Его разновидности — ландшафтно-эпизоотологическое, климатологическое, биогеохимическое, зооэкологическое, по уровню индустриализации и экономическое — предоставляют ценные данные для анализа причинно-следственных связей, особенно при сопоставлении с уже имеющимися тематическими картами.

Для ряда задач можно использовать готовые карты климатических, почвенных и биогеохимических зон, а также карты, отражающие обеспеченность животных макро- и микроэлементами, витаминами и распространение переносчиков и резервуаров возбудителей болезней. Особый интерес представляют ботанические карты с отображением ареалов ядовитых и вредных растений.

Картограммы и картодиаграммы являются важными инструментами визуализации статистических данных:

- отображают интенсивность явлений в пределах отдельных территориальных единиц. Их чаще всего заполняют штриховкой различной плотности или направления согласно установленной шкале.
- применяются для наглядного представления количественных данных внутри территорий с помощью фигур — столбиков, кругов, квадратов, кубов, шаров. Эти фигуры строятся в линейном (столбики), плоскостном (круги, квадраты) или объемном (кубы, шары) масштабе.

Сочетание картограмм и картодиаграмм позволяет одновременно отображать несколько показателей и лучше передавать структуру и динамику явлений.

Географические карты с нанесёнными элементами природной среды широко применяются для картографирования эпизоотологических явлений и выявления их связи с природными факторами. При этом важно помнить, что ни один из факторов внешней среды в отдельности не оказывает полного регулирующего воздействия на эпизоотический процесс.

Существует несколько способов отображения эпизоотологических явлений: штриховка, изолинии, ареалы и точечный метод позволяют наглядно представить распространение заболеваний (рис. 6).

- **изолинии** применяются для выделения зон с одинаковыми значениями проявления болезни. на карте соединяют соответствующие точки сплошной линией, сопровождая её числовыми значениями.
- **метод ареалов (или ограниченных площадей)** заключается в выделении контуров (сплошной или пунктирной линией), внутри которых распространено конкретное явление. для количественной характеристики внутри таких участков используют штриховку или различные графические фигуры.
- **точечный способ** позволяет дать количественную оценку, при этом важно правильно соотнести масштаб точек с интенсивностью показателей.

Изолинии "20", "30", "40" эти линии соединяют точки с одинаковыми уровнями заболеваемости бруцеллёзом в регионе. Цифры указывают на количество случаев заболевания в относительных единицах — например, на 1000 голов скота (в зависимости от источника данных, тут представлен обобщённый подход).

Линия "20": область внутри этой изолинии имеет небольшую, но зафиксированную заболеваемость — от 20 до 30 случаев. Это зона умеренного риска;

Линия "30": уровень заболеваемости здесь выше — от 30 до 40 случаев. Это зона повышенного риска, которая требует эпизоотологического контроля;

Линия "40": самая неблагополучная зона — более 40 случаев.

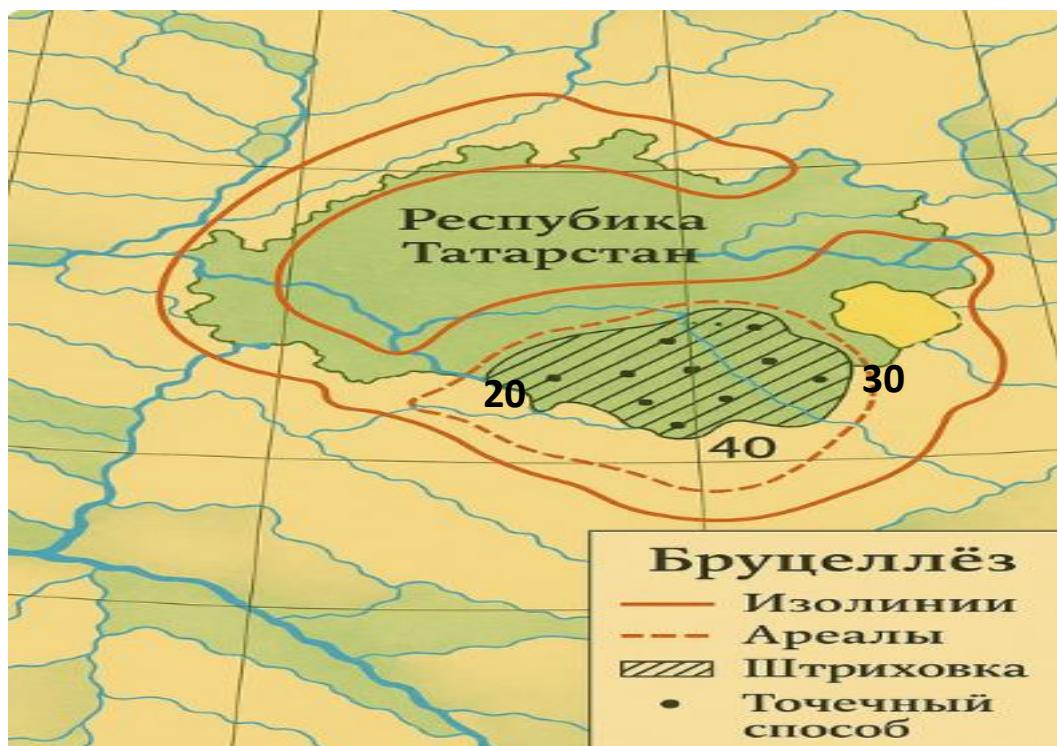


Рисунок 6. – Географические карты с нанесёнными элементами природной среды

Ареалы (области распространения): пунктирные или сплошные контуры, охватывающие территории, где заболевание стабильно присутствует.

Внутри ареалов часто применяется:

- штриховка — указывает интенсивность распространения;
- фоновые цвета или заливки — различают зоны по частоте или характеру очагов.

Точечный метод: на карте расставлены отдельные точки или пиктограммы, каждая из которых отражает единицу учёта (например, один зарегистрированный очаг или определённое число заражённых животных).

Размер точки может быть пропорционален числу случаев, подчёркивая локальную интенсивность.

Природные элементы – Реки. Волга и Кама обозначены синими линиями, как ключевые географические ориентиры. Их присутствие помогает:

- соотнести распространение заболевания с водоразделами и путями миграции;
- анализировать возможные естественные барьеры или пути распространения инфекции.

Индикационный метод. Применяется при составлении карт природных очагов заболеваний. В качестве индикационных признаков отбирается комплекс факторов, отражающих условия циркуляции возбудителя на всех стадиях эпизоотического процесса. К таким признакам относятся:

- наличие основных теплокровных носителей возбудителя.
- достаточная численность этих животных и частота контактов между ними.
- условия внешней среды, способствующие длительному существованию возбудителя вне организма: свойства почвы, гидрологический режим, характер растительности и др.

Анализ индикационных признаков в конкретных ландшафтах и по отдельным нозоформам позволяет выявлять очаги инфекции в аналогичных природных условиях, обладающих теми же характеристиками.

Методика эпизоотологического районирования территории. На заключительном этапе работы, на основе результатов проведенного анализа и с учетом эпизоотологических особенностей болезни, проводят **эпизоотологическое районирование**. Этот процесс представляет собой разделение конкретной территории (района, области, края, республики) на местности, районы или зоны в зависимости от степени их эпизоотического благополучия по данной нозологической форме болезни. Обычно районирование основывается на уровне заболеваемости.

При эпизоотологическом районировании по показателям уровня заболеваемости территорию делят на четыре группы районов (зон):

1. Районы с высоким уровнем заболеваемости на протяжении всего анализируемого периода или с его повышением в какой-либо период;

2. Районы с низким уровнем заболеваемости на протяжении всего анализируемого периода или те, где заболеваемость снизилась до низкого уровня к концу периода;
3. Районы, в которых в последние годы анализируемого периода случаи заболевания не регистрировались;
4. Районы (зоны), на территории которых случаи заболевания не наблюдались в течение всего анализируемого периода.

Районы 1-й и 2-й групп оцениваются как **эпизоотологически неблагополучные**, а районы 3-й и 4-й групп – как **эпизоотологически благополучные**.

Эпизоотологическое районирование также может быть проведено по показателям неблагополучия (широке распространения болезни, см. таблицу 1). При этом территорию области по фактическим данным неблагополучия в конце анализируемого периода делят на 5 групп районов:

1. Районы с очень широким распространением болезни (показатель неблагополучия выше 50%, то есть более 50% населённых пунктов данного района неблагополучны по этой болезни);
2. Районы с сравнительно широким распространением болезни (показатель неблагополучия от 30 до 50%);
3. Районы с умеренным распространением болезни (показатель неблагополучия от 10 до 30%);
4. Районы с незначительным распространением болезни (показатель неблагополучия не превышает 10%);
5. Районы эпизоотически благополучные (показатель неблагополучия отсутствует).

Для сравнительной оценки распространения болезни в различных районах могут использоваться и более низкие показатели неблагополучия, в зависимости от конкретных данных по заболеванию (см. таблицу 1). На основе этих данных составляется **карта эпизоотологического районирования** области.

Завершающий этап и планирование противоэпизоотических мероприятий. На завершающем этапе проводят логическое осмысливание результатов анализа эпизоотического состояния, формулируются соответствующие выводы и разрабатываются рекомендации по усовершенствованию планирования и проведения противоэпизоотических мероприятий.

Для эпизоотически неблагополучных территорий в перспективном плане определяются меры, направленные на достижение эпизоотического благополучия или значительное снижение заболеваемости. В этом плане предусматриваются:

- повышение качества профилактических и противоэпизоотических мероприятий, предусмотренных действующими инструкциями по борьбе с заболеванием, как в эпизоотических очагах, так и на всей территории неблагополучного района;
- обеспечение дополнительными силами и средствами наиболее напряжённые участки работы;
- меры по предотвращению сезонных подъемов заболеваемости;
- устранение или ослабление влияния хозяйственно-организационных и природных факторов на интенсивность эпизоотического процесса.

Для эпизоотологически благополучных районов меры направляются на поддержание устойчивого эпизоотического благополучия. Включает это:

- принятие мер по недопущению заноса возбудителей инфекционных заболеваний из неблагополучных районов;
- проведение профилактического карантинирования всех вновь поступающих животных;
- изоляция подозрительных по заболеванию животных;
- регулярные исследования для выявления скрытых заболеваний и микроБносителей;
- профилактическая иммунизация, меры по повышению естественной резистентности животных и улучшению условий ведения животноводства.

Этапы ландшафтно-географического анализа

1. Сбор пространственных данных. Собираются географические, эпизоотические, климатические и экологические данные (карты, спутниковые снимки, статистика по заболеваниям) для последующего анализа.

2. Оцифровка очагов. Исторические и текущие очаги заболеваний наносятся на цифровую карту в виде точек или полигонов для пространственного анализа.

3. Наложение природных слоёв. На карту очагов накладываются тематические слои: рельеф, почвы, водоёмы, растительность, климатические параметры и др., чтобы выявить природные корреляции.

4. Выделение зон риска. Анализируется пространственная взаимосвязь между очагами и природными условиями, на основе чего определяются территории с повышенным риском возникновения заболеваний.

5. Разработка ветеринарных мероприятий. На основании полученных данных формируется комплекс профилактических и противоэпизоотических мер, включая вакцинацию, усиление мониторинга, установление карантинных зон, а также ограничения на перемещение животных и взаимодействие с потенциально неблагополучными территориями.

Заключение. Анализ пространственно-эпизоотических данных играет ключевую роль в эффективном планировании профилактических мероприятий, таких как вакцинация животных в эпизоотически неблагополучных регионах, а также в организации ветеринарного контроля в зонах повышенного риска. Это способствует более рациональному использованию ресурсов и снижению вероятности вспышек заболеваний. На основе выявленных рисковых зон разрабатываются локальные ограничения, включая запрет или временное ограничение выпаса скота, контроль за перемещением домашних и диких животных, а также меры по предотвращению контакта между потенциальными резервуарами инфекции и восприимчивыми видами. Регулярный мониторинг природных и

эпизоотических условий позволяет своевременно обновлять карты риска и модели распространения заболеваний, что крайне важно для оперативного реагирования на экологические и эпизоотологические изменения. Результаты анализа и прогнозирования активно используются при разработке стратегий служб государственного ветеринарного надзора, МЧС, санитарно-эпидемиологических органов и местных властей, что позволяет принимать более точные и своевременные управленческие решения в области биобезопасности.

Глава 9

Геоинформационные технологии (ГИТ)

Современные вызовы ветеринарной медицины требуют использования высокотехнологичных методов анализа, моделирования и прогнозирования. ГИТ стали неотъемлемым инструментом в эпизоотологии, позволяющим проводить мониторинг, картирование и прогнозирование распространения инфекционных заболеваний животных с высокой степенью точности и оперативности.

Понятие и основные компоненты ГИТ. Геоинформационные технологии — это совокупность программных, аппаратных и организационных средств, обеспечивающих сбор, хранение, обработку, анализ и визуализацию пространственно-ориентированных данных. ГИТ играют ключевую роль в обеспечении эффективного, риск-ориентированного эпизоотологического мониторинга, позволяя интегрировать данные из различных источников и оперативно реагировать на угрозы в области ветеринарного надзора.

Для реализации этих задач применяются автоматизированные специализированные базы данных, интегрированные с геоинформационными системами:

- «**Аргус**» — система, позволяющая автоматизировать процесс рассмотрения заявок на ввоз, вывоз или транзит животных, продуктов и сырья животного происхождения;
- «**Ассоль**» — предназначена для сбора отчетности в электронном виде от учреждений, подведомственных Россельхознадзору;
- «**Веста**» — система сбора, передачи и анализа информации по лабораторному тестированию образцов поднадзорной продукции, проводимому в рамках диагностики, обеспечения пищевой безопасности, контроля качества продовольствия и кормов;

- «Меркурий» — электронная система, обеспечивающая сертификацию и прослеживаемость поднадзорных грузов при их производстве, обороте и перемещении по территории Российской Федерации. Является единой цифровой платформой, повышающей биологическую и пищевую безопасность;
- «Цербер» — инструмент контроля и учета юридически значимых действий в сфере ветеринарного надзора. Обеспечивает цифровое управление, обмен оперативными данными в режиме реального времени и координацию действий различных ведомств с целью предупреждения вспышек инфекционных заболеваний.

Основные компоненты геоинформационных технологий включают:

- **пространственные данные** — координаты, рельеф местности, географическое расположение ферм, пастбищ и других объектов.
- **атрибутивные данные** — численность животных, регистрация вспышек заболеваний, сведения о прививках и профилактических мероприятиях.
- **программное обеспечение** — специализированные геоинформационные платформы, такие как ArcGIS, QGIS, GeoMixer, «Панорама ГИС», ГИС «Экозем» и другие.
- **аппаратные средства** — GPS-навигаторы, беспилотные летательные аппараты (дроны), сенсорные устройства.
- **методы анализа** — пространственный анализ, математическое моделирование, прогнозирование распространения инфекций.

Мониторинг эпизоотической обстановки. Одной из приоритетных задач эпизоотологии является систематическое наблюдение за эпизоотической обстановкой, направленное на своевременное выявление и локализацию очагов инфекционных заболеваний животных. Геоинформационные технологии позволяют автоматизировать, структурировать и повысить точность анализа, обеспечивая эффективную реализацию профилактических и контрольных мероприятий.

1. Создание карт очагов заболеваний. На основе координат зарегистрированных вспышек формируются интерактивные карты, на которых каждое заболевание отображается с использованием определённых символов или цветовых обозначений. Карты содержат данные о видах животных, патогенах, уровне угрозы, дате регистрации вспышек и других параметрах. Это позволяет ветеринарным службам оперативно оценивать текущую ситуацию в регионах и быстро предпринимать меры по локализации инфекции.

Пример: при возникновении вспышки ящура в регионе на карту наносятся все заражённые хозяйства с указанием даты выявления, статуса (подозрение, подтверждение, ликвидация) и степени риска.

2. Анализ временно-пространственной динамики вспышек. Использование ГИТ обеспечивает проведение анализа как по территории, так и во временном аспекте. Это позволяет отслеживать динамику распространения инфекции по дням, неделям, месяцам, выявлять сезонные закономерности, определять источник заражения и направления его распространения.

Пример: при анализе вспышек лептоспироза может быть выявлена зависимость от паводковых периодов в определённых географических зонах.

3. Визуализация путей распространения инфекции. ГИТ дают возможность моделировать возможные маршруты передачи возбудителя между хозяйствами, природными очагами и другими объектами. В моделях учитываются следующие параметры:

- перемещения транспорта и животных;
- наличие географических барьеров (реки, горные массивы);
- маршруты миграции диких животных.

Таким образом, можно заранее определить зоны риска и организовать контрольные точки для ветеринарного надзора.

Пример: при заносе вируса африканской чумы свиней анализируются пути от дикого кабана к свиноводческому хозяйству через кормовые площадки, охотничьи угодья и лесополосы.

4. Выявление факторов риска. Геоинформационные технологии позволяют объединять различные слои информации в едином пространственном анализе, выявляя взаимосвязи между факторами и вероятностью возникновения заболеваний. Анализ может включать:

- плотность популяции сельскохозяйственных и диких животных;
- климатические параметры (температура, влажность, уровень осадков);
- миграционные пути — маршруты перелетных птиц, диких копытных, перемещения скота.

Пример: для ящура потенциально опасными являются регионы с высокой плотностью крупного рогатого скота, активным перемещением животных и благоприятным климатом (высокая влажность и температура).

5. Определение зон потенциальной угрозы. На основании многослойных пространственных данных с использованием методов пространственной статистики (кластерный анализ, буферные зоны, индексы риска) выделяются так называемые "горячие точки" — территории с наибольшей вероятностью возникновения эпизоотий. Эти зоны подлежат первоочередному контролю и реализации профилактических мер.

Пример: выявлены пастбища, расположенные вблизи природных очагов бруцеллёза в дикой фауне и одновременно соседствующие со скотоводческими хозяйствами.

Моделирование и прогнозирование

Геоинформационные технологии позволяют формировать сценарии развития эпизоотической ситуации и оценивать последствия различных стратегий реагирования. Это позволяет принимать обоснованные решения и планировать мероприятия на упреждение.

Построение сценариев распространения заболевания. Динамические модели, строящиеся с помощью ГИТ, отображают возможные траектории распространения инфекции во времени и пространстве.

В расчет берутся:

- расстояния между фермами и объектами;
- ветеринарный статус соседних регионов;
- маршруты транспортировки животных и продукции;
- санитарное состояние хозяйств и окружающей среды.

Такие модели дают возможность спрогнозировать поведение эпизоотического процесса при различных условиях — при отсутствии вмешательства, при минимальных или при усиленных мерах контроля.

Пример: моделирование распространения гриппа птиц с учётом логистики перемещения транспорта, перевозящего сельскохозяйственную птицу, направлений ветровых потоков, а также путей миграции диких птиц (рис. 7).



Рисунок 7. – Моделирование и прогнозирование

Данная инфографика демонстрирует пространственно-временное моделирование эпизоотической ситуации с использованием ГИС. В центре – очаг инфекции, визуализированный в виде концентрических зон разной интенсивности (от красного – максимальный риск, к жёлтому – сниженный).

Логистика транспорта: чёрные стрелки и значки грузовиков указывают на пути перемещения транспорта, перевозящего сельскохозяйственную продукцию и птицу. Эти маршруты играют ключевую роль в распространении инфекции между фермами.

Ветровые потоки: синие стрелки обозначают направления ветра, которые могут способствовать переносу вирусов на большие расстояния.

Миграция диких птиц: чёрные силуэты птиц и пунктирные линии указывают на маршруты сезонной миграции, что также представляет угрозу заноса инфекции в новые регионы.

Фермы и населённые пункты: отмечены как потенциально уязвимые объекты, находящиеся в зоне риска в зависимости от траектории распространения.

Таким образом, иллюстрация подчёркивает, как важно учитывать множество факторов (логистику, ветер, миграцию животных) при прогнозировании эпизоотий. Такие модели помогают заранее определить зоны риска и выработать эффективные меры контроля и предотвращения.

Прогнозирование риска заноса инфекции на новую территорию. Сценарии включают оценку вероятности проникновения инфекции из других регионов или стран. Учитываются:

- транспортные коридоры;
- торговля животноводческой продукцией;
- миграция диких животных и птиц.

Пример: при оценке риска заноса бешенства в приграничный район моделируются вероятные пути распространения вируса от заражённых диких животных, зарегистрированных в соседнем государстве.

Оптимизация мероприятий по борьбе с болезнями

Планирование дезинфекционных мероприятий и вакцинации. ГИТ помогают рационально организовать мероприятия в зависимости от уровня риска, плотности животных и логистических условий. Это позволяет:

- эффективно распределять ресурсы (вакцины, дезинфицирующие средства);
- рассчитывать радиусы обработки (буферные зоны);
- учитывать доступность территорий и географические особенности.

Пример: при возникновении сибирской язвы формируются зоны вакцинации и дезинфекции с учетом транспортной инфраструктуры и природных барьеров.

Организация карантинных зон и логистика реагирования. На основе анализа путей распространения инфекции формируются зоны различного режима: карантинные, надзорные и свободные. При этом учитываются:

- возможные пути заражения;
- наличие природных преград (реки, лесные массивы);
- плотность хозяйств в регионе.

ГИТ позволяют планировать маршруты передвижения мобильных ветеринарных групп, определять местоположение временных контрольно-пропускных пунктов и зону ответственности соответствующих служб.

Пример: при вспышке чумы мелких жвачных выделяются зоны радиусом 3, 10 и более километров с разным уровнем ограничений, оптимизируется доставка препаратов и средств защиты.

Источники данных для ГИТ

- Государственные эпизоотологические службы;
- Ветеринарные клиники и станции;
- Международные базы данных (например, OIE-WAHIS, FAO);
- Спутниковые данные и данные дистанционного зондирования Земли.

Преимущества и ограничения ГИТ

Преимущества:

- высокая точность анализа;
- возможность многослойной визуализации;
- оперативность принятия решений на основе объективных данных.

Ограничения:

- необходимость подготовки квалифицированных специалистов;
- высокая стоимость оборудования и специализированного программного обеспечения;
- ограниченная доступность актуальных и достоверных данных в отдельных регионах.

Перспективы развития ГИТ в эпизоотологии.

Интеграция с искусственным интеллектом и машинным обучением.

Будущее развитие геоинформационных технологий связано с их интеграцией с искусственным интеллектом (ИИ) и машинным обучением (МО). Это обеспечит более точные прогнозы эпизоотий, позволит анализировать большие массивы данных, выявлять скрытые закономерности и оперативно формировать сценарии вспышек заболеваний. Такие системы сделают процесс принятия решений более автономным и точным, минимизируя влияние человеческого фактора.

Разработка мобильных приложений для полевого сбора данных.

Разработка мобильных решений для ветеринарных специалистов позволит собирать и передавать данные о животных, симптомах, результатах исследований и профилактических мероприятиях в режиме реального времени. Интеграция с ГИТ повысит оперативность и точность мониторинга, особенно в труднодоступных районах.

Расширение международного сотрудничества через общие геоинформационные платформы. Создание интегрированных ГИС-платформ для обмена данными между странами позволит координировать

усилия в борьбе с инфекционными болезнями животных, проводить совместный анализ эпизоотической ситуации и вырабатывать согласованные меры профилактики и реагирования.

Заключение. Геоинформационные технологии становятся важнейшим инструментом современной ветеринарной науки. Они позволяют принимать обоснованные решения, эффективно контролировать распространение инфекционных заболеваний животных и предотвращать эпизоотии. Освоение и активное внедрение ГИТ являются необходимыми условиями для подготовки квалифицированных эпизоотологов, способных работать в условиях современных вызовов и угроз.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие «риск» в контексте эпизоотологии и способы его измерения.
2. Различие между понятиями «риск» и «опасность».
3. Основные этапы методологии оценки риска.
4. Виды рисков, учитываемые в эпизоотологической практике.
5. Роль неопределённости и вариабельности в процессе оценки риска.
6. Функции международных организаций (МЭБ, ФАО, ВОЗ) в сфере эпизоотологии.
7. Отличительные признаки эмерджентных, конвенционных и трансграничных болезней.
8. Примеры трансграничных заболеваний и их эпизоотическое значение.
9. Значение международного сотрудничества в контроле зоонозов.
10. Глобальные инициативы и программы по управлению рисками зоонозов.
11. Основные теории возникновения инфекционных болезней у животных.
12. Роль резервуаров инфекции и биологических носителей в эпизоотическом процессе.
13. Применение модели «возбудитель–хозяин–среда» в оценке зоонозных рисков.
14. Адаптационные механизмы возбудителей и их значение в эпизоотологии.
15. Влияние антропогенных и природных факторов на возникновение зоонозов.
16. Этапы проведения анализа риска в эпизоотологической практике.
17. Применение статистических методов в оценке вероятности возникновения болезни.
18. Показатели чувствительности и специфичности в контексте эпизоотологического анализа.
19. Использование корреляционного анализа для выявления связей между факторами.
20. Интерпретация результатов вероятностного моделирования при анализе риска.

21. Компоненты методологии оценки риска в соответствии со стандартами МЭБ.
22. Особенности анализа риска при ввозе животных и продуктов животного происхождения.
23. Факторы, учитываемые при ветеринарном контроле импортной продукции.
24. Классификация товаров по уровням ветеринарного риска.
25. Принципы управления импортными рисками в эпизоотологии.
26. Основные факторы риска при перемещении животных внутри ЕАЭС.
27. Ветеринарные требования при экспортно-импортных операциях.
28. Роль эпизоотического мониторинга при контроле перемещений животных.
29. Документы, необходимые при перемещении животных в пределах Таможенного союза.
30. Последствия нарушения требований при перемещении животных через границы.
31. Основные подходы к управлению рисками в эпизоотологии.
32. Отличие активного и пассивного эпизоотического мониторинга.
33. Параметры, учитываемые при прогнозировании эпизоотического процесса.
34. Значение раннего выявления вспышек для минимизации рисков.
35. Меры ветеринарного реагирования при высоком уровне эпизоотического риска.
36. Сущность ландшафтно-географического подхода в эпизоотологии.
37. Влияние природных условий (рельеф, климат) на эпизоотический процесс.
38. Использование географических карт и схем для оценки риска.
39. Разграничение природных и антропогенных факторов риска.
40. Идентификация потенциальных очагов инфекции с учетом ландшафтных характеристик.

41. Понятие и значение ГИТ в эпизоотологии.
42. Основные источники данных, используемых в ГИТ.
43. Возможности моделирования и прогнозирования эпизоотий с помощью ГИТ.
44. Программное обеспечение, применяемое для пространственного анализа эпизоотической обстановки.
45. Перспективы развития ГИТ и их интеграция с другими цифровыми технологиями.
46. Как использование риск-анализа помогает обоснованно планировать профилактические мероприятия.
47. Примеры практического применения статистических методов в эпизоотологических исследованиях.
48. Преимущества интеграции мониторинга с системой раннего оповещения.
49. Возможности ГИТ для планирования карантинных и дезинфекционных мероприятий.
50. Влияние сезонных изменений на эпизоотический процесс в различных ландшафтных зонах.

Список литературы.

1. Беляев, Е. В. Эпидемиология инфекционных болезней животных / Е. В. Беляев. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 368 с.
2. Газизова, Э. Д. Клинические показатели и терапия собак при бабезиозе / Э. Д. Газизова, Р. Р. Тимербаева, Г. С. Фролов // Столыпинский вестник. — 2022. — Т. 4, № 5.
3. Закиров, Т. М. Контроль качества молока при включении в рацион дойных коров кормовой добавки "биогуммикс" / Т. М. Закиров, Г. Р. Юсупова, А. И. Трубкин, Г. С. Фролов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. — 2022. — Т. 249, № 1. — С. 70-74.
4. Захаров, А. В. Эпизоотология : учебник для вузов / А. В. Захаров, С. И. Петров. — Москва : КолосС, 2021. — 432 с.
5. Иванов, И. С. Геоинформационные методы в эпизоотологии / И. С. Иванов, Н. В. Петрова // Вестник ветеринарии. — 2019. — № 4. — С. 45–52.
6. Крылов, С. И. Геоинформационные технологии в ветеринарии / С. И. Крылов, А. Ю. Смирнов. — Москва : ВНИИЭСХМ, 2020. — 256 с.
7. Кузнецов, В. В. Геопространственные методы в эпизоотологии / В. В. Кузнецов. — Новосибирск : Наука, 2016. — 304 с.
8. Куликов, В. П. Мониторинг зоонозов на основе геоинформационных технологий / В. П. Куликов, А. В. Чернышев // Журнал прикладной экологии. — 2018. — Т. 13, № 2. — С. 23–30.
9. Лопатин, С. Л. Эпидемиология и геоэкологические аспекты инфекционных болезней животных / С. Л. Лопатин. — Санкт-Петербург : ПетроПресс, 2021. — 256 с.
- 10.Лутфуллин, М. Х. Инвазионные болезни молодняка жвачных животных в РТ / М. Х. Лутфуллин, А. И. Трубкин, Д. Н. Мингалеев, Г. С. Фролов. — Казань : Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2022. — 134 с.

- 11.Мингалеев, Д. Н. Географическая эпизоотология : учебное пособие / Д. Н. Мингалеев, Н. И. Садыков, Р. Х. Равилов. — Казань : КГАВМ им. Баумана, 2017. — 81 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144262> (дата обращения: 02.05.2025).
- 12.Новиков, Д. В. Ландшафтная эпизоотология: модели и методы пространственного анализа / Д. В. Новиков, А. А. Орлов. — Новосибирск : Сибирское отделение РАН, 2017. — 312 с.
- 13.Овсянников, А. П. Эффективная схема лечения коров при отравлении гербицидом / А. П. Овсянников, Д. Д. Хайруллин, С. М. Домолазов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. — 2022. — Т. 251, № 3. — С. 195-198.
- 14.Романов, Р. И. Международное сотрудничество в эпизоотологическом мониторинге / Р. И. Романов, В. Н. Герасимов // Экономика и ветеринария. — 2021. — № 3. — С. 5–12.
- 15.Сергеева, Е. А. Пространственный анализ эпизоотической обстановки: методы и примеры / Е. А. Сергеева, Т. В. Иванова // Ветеринарная санитария и экспертиза. — 2020. — № 1. — С. 15–22.
- 16.Сидорчук, А. А. Общая эпизоотология : учебник для вузов / А. А. Сидорчук, В. А. Кузьмин, С. В. Алексеева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 248 с.
- 17.Смирнов, А. Ю. Риск-менеджмент в ветеринарии: теория и практика / А. Ю. Смирнов, С. И. Крылов. — Москва : ВНИИЭСХМ, 2020. — 288 с.
- 18.Стародубцева, И. А. Информационные системы в ветеринарии: от сбора до анализа данных / И. А. Стародубцева. — Екатеринбург : УрФУ-Издат, 2022. — 304 с.

19. Тихонов, Ю. А. Моделирование и прогнозирование в эпизоотологии с использованием ГИС // Труды Всероссийской конференции «Цифровая ветеринария». — 2022. — С. 110–118.
20. Трубкин, А. И. Влияние "Ильметина" на иммунологические показатели крови поросят-отъемышей / А. И. Трубкин, Г. С. Фролов, М. Х. Лутфуллин // Ветеринарный врач. — 2022. — № 2. — С. 56-62.
21. Трубкин, А. И. Применение Ильметина для стимуляции иммунитета у новорожденных телят / А. И. Трубкин, М. Х. Лутфуллин, Т. М. Закиров, Г. С. Фролов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. — 2022. — Т. 249, № 1. — С. 211-213.
22. Филиппов, В. А. Оценка эпизоотического риска при экспортно-импортных операциях / В. А. Филиппов, Э. В. Беляев. — Москва : ВНИИВВиМ, 2018. — 192 с.
23. Фролов, Г. С. Изменение структуры волосяного покрова серебристо-чёрных лисиц при трихофитии / Г. С. Фролов, О. А. Якимов, А. И. Трубкин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. — 2020. — Т. 244, № 4. — С. 212-215.
24. Фролов, Г. С. Продуктивные и воспроизводительные качества серебристо-чёрных лисиц на фоне применения симбиотического препарата "стимул 2+" : специальность 06.02.10 "Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Фролов Геннадий Сергеевич. — Чебоксары, 2020. — 20 с.
25. Фролов, Г. С. Продуктивные и воспроизводительные качества серебристо-чёрных лисиц на фоне применения симбиотического препарата "стимул 2+" : специальность 06.02.10 "Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства" : диссертация

- на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Фролов Геннадий Сергеевич. – Чебоксары, 2020. – 130 с.
- 26.Шарипова, М. Х. Гельминтозы лошадей в крестьянско-фермерском хозяйстве «Аланлык» Высокогорского района Республики Татарстан / М. Х. Шарипова, Р. Р. Тимербаева, Г. С. Фролов // Современные научные исследования: теория, методология, практика : Сборник научных статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Уфа, 03 июня 2022 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2022. – С. 30-33.
- 27.Biggs, H. M. Machine Learning Applications in Veterinary Epidemiology / H. M. Biggs, A. Madison. — Berlin : Springer, 2021. — 332 p.
- 28.Brown, C. A. Integration of GIS and Remote Sensing for Animal Disease Surveillance / C. A. Brown, A. Fraser // Journal of Veterinary Science. — 2017. — Vol. 18, No. 2. — P. 123–134.
- 29.Clements, A. C. A. Bayesian Spatial Modelling of Infectious Diseases / A. C. A. Clements, D. U. Pfeiffer // Epidemiology and Infection. — 2020. — Vol. 148. — P. 1–12.
- 30.Esri. Learning ArcGIS Pro / Esri. — Redlands, CA : Esri Press, 2017. — 350 p.
- 31.Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). EMPRES-i Animal Health: User Guide / FAO. — Rome : FAO, 2019. — 95 p.
- 32.Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Guidelines for Risk Analysis of Animal Diseases : FAO Animal Production and Health Guidelines No. 27 / FAO. — Rome : FAO, 2020. — 76 p.
- 33.MacPherson, C. N. L. Dog Rabies: A Guide to Effective Control / C. N. L. MacPherson, F.-X. Meslin, A. I. Wandeler. — Geneva : World Health Organization, 2015. — 150 p.

34. Miller, B. A. Mobile Field Applications for Animal Health Data Collection / B. A. Miller, H. A. Pearson // Preventive Veterinary Medicine. — 2022. — Vol. 205. — P. 105–116.
35. Peterson, A. T. Environmental and Ecological Risk Modeling / A. T. Peterson, Y. Nakazawa. — Cambridge : Cambridge University Press, 2019. — 368 p.
36. QGIS Development Team. QGIS User Guide : Version 3.24 / QGIS Development Team. — [S.l.] : QGIS, 2022. — 420 p.
37. Ristović, M. Landscape Epidemiology of Vector-Borne Animal Diseases / M. Ristović, M. Nguyen. — Cham : Springer, 2018. — 214 p.
38. Sergeeva, A. A. Environmental safety of a humin-based formulation and its impact on crop output both in quantity and quality / A. A. Sergeeva, G. A. Gasimova, V. G. Semenov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. — Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. — P. 022075.
39. Skarin, A. African Swine Fever: Epidemiology and Control / A. Skarin, M. Beer. — Wageningen : Wageningen Academic Publishers, 2018. — 276 p.
40. Thulke, H.-H. Risk-Based Animal Health Surveillance / H.-H. Thulke, A. Traulsen. — Cham : Springer, 2021. — 190 p.
41. World Bank. Global Animal Disease Surveillance Systems / World Bank. — Washington, DC : World Bank Publications, 2017. — 212 p.
42. World Organisation for Animal Health (OIE). Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. — 8th ed. / OIE. — Paris : OIE, 2020. — 1102 p.
43. World Organisation for Animal Health (OIE). Terrestrial Animal Health Code. — 28th ed. / OIE. — Paris : OIE, 2021. — 738 p.