

На правах рукописи

Щербинин Сергей Владимирович

**АНАЛИЗ РИСКА ЗАНОСА И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУМЫ МЕЛКИХ
ЖВАЧНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

4.2.3 «Инфекционные болезни и иммунология животных»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата ветеринарных наук

Владимир – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»)

Научный руководитель: **Караулов Антон Константинович** кандидат ветеринарных наук

Официальные оппоненты: **Агольцов Валерий Александрович** доктор ветеринарных наук, профессор кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов,
Живодеров Сергей Петрович, кандидат ветеринарных наук, заведующий научно-экспериментальным отделом ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», г. Покров,

Ведущая организация: ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН»

Защита состоится «__» _____ 2022 года в _____ часов на заседании диссертационного совета 36.1.002.01 при ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»); г. Владимир, мкр. Юрьевец.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «ВНИИЗЖ». Полный текст диссертации, автореферата и отзыв научного руководителя размещены на официальном сайте ФГБУ «ВНИИЗЖ» www.arriah.ru

Автореферат разослан _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Жбанова Татьяна Валентиновна

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Исторически сложилось, что доступ на экспортные рынки страны получают на основании своего ветеринарно-санитарного статуса по болезням и на основании выполнения требований международной торговли (требования Соглашения по санитарным и фитосанитарным мерам Всемирной Торговой Организации и требований по продовольственной безопасности страны-импортера (СФС ВТО)) [J. Peel, 2004; Kellow et al., 2005; WTO].

Всемирная организация здравоохранения животных признает, что некоторым странам сложно искоренить болезни животных и сохранить статус благополучия по болезни, поэтому в целях борьбы с болезнями, и для облегчения международной торговли был введен подход по контролю заболеваний, основанный на анализе риска, применение которого в отношении распространения болезней в ходе международной торговли животными и продуктами животного происхождения, было, в значительной степени, определено соглашением по СФС ВТО [WTO].

В рамках концепции анализа и управления рисками в большинстве стран, активных участников международной торговли, идентифицируется опасность, осуществляется оценка риска, ведется информирование и управление/контроль над выявленными факторами риска [Burgman et al., 2010].

Угрозу заноса и распространения на территории РФ представляют экзотические инфекционные заболевания животных, способные нанести колоссальный ущерб животноводству.

Известно, что в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах сконцентрирована подавляющая часть популяции МРС. Кроме того, известно, что горные регионы РФ (лидерами по плотности МРС в них являются Республика Дагестан и Карачаево-Черкесская Республика) осуществляют практику отгонно-пастбищного животноводства, поэтому, можно сделать вывод, что для народов данных регионов овцеводство является одним из важнейших видов животноводства.

К одним из наиболее опасных и вероятных к заносу и последующему распространению в РФ заболеваний, в условиях напряженной эпизоотической ситуации в приграничных с РФ государствах, относится чума мелких жвачных (ЧМЖ).

Степень разработанности проблемы. Проблеме анализа риска заноса и распространения, а также эпизоотологическому расследованию вспышек чумы мелких жвачных животных посвящено множество работ зарубежных коллег из Нигерии, Пакистана, Танзании, Китая, Индии и др. [Zahur et al., 2009; Chazyu et al., 2010; Li et al., 2013; Banyard et al., 2014; Kumar et al., 2014; Aziz-Ul-Rahman et al., 2016]. В своих работах они освещают исследования по отбору проб для определения серопревалентности стад МРС, а также по выявлению факторов риска и их значимости; надзору за дикими восприимчивыми жвачными; эпизоотической ситуации в странах, где регистрировались вспышки ЧМЖ с последующей разработкой мер по предотвращению распространения, оздоровлению и

поддержанию благополучия. Используется различная методология оценки риска, однако преобладают исследования качественными и полуквантитативными методами. Количественные методы применяются не столь широко, хотя потенциал у данных методов довольно высок.

Большинство отечественных работ, касающихся анализа риска, посвящены риску заноса и распространения АЧС, КЧС, блютанга и ящура на территорию РФ [Дудников и др., 2001; Караулов и др., 2008; Белик и др., 2010; Буранбаев и др., 2011; Гуленкин и др., 2018, Гуленкин и др., 2020]. Здесь также используются, в основном, качественные методы исследования, за исключением немногих работ. Отечественных научных работ, посвященных анализу факторов заноса и распространения ЧМЖ, а также количественной оценке риска, крайне мало.

Цель и задачи исследований. Целью диссертационной работы являлось проведение количественного анализа риска заноса и распространения чумы мелких жвачных на территорию Российской Федерации.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести ретроспективный анализ эпизоотической ситуации по ЧМЖ в приграничных с РФ странах;
- 2) оценить риск заноса ЧМЖ на территорию РФ из приграничных стран;
- 3) оценить риск распространения ЧМЖ на территории РФ в случае заноса;
- 4) оценить биологические, экологические и социальные последствия заноса и распространения ЧМЖ на территории РФ;
- 5) предложить меры по управлению выявленным риском.

Научная новизна результатов исследований. Научную новизну и значимость работы составляет то, что в результате проведенных исследований:

1. впервые выполнен количественный анализ (с привлечением полуквантитативной оценки) риска заноса и распространения ЧМЖ на территорию РФ;
2. разработаны методические рекомендации для проведения анализа риска заноса и распространения трансграничных заболеваний животных на территорию РФ;
3. предложены сценарии по управлению выявленным риском;
4. разработаны методические рекомендации по отбору проб биологического материала для проведения диагностических исследований на чуму мелких жвачных животных.

Теоретическая и практическая значимость работы. Прикладное значение результатов работы заключается в перспективности применения выявленных факторов риска в качестве конкретных элементов противоэпизоотической работы, воздействуя на которые, при планировании и реализации мероприятий по контролю заболеваний (в дефиниции МЭБ), на примере ЧМЖ, возможно снизить риск и итоговую вероятность заноса заболеваний. Полученный аналитический материал позволяет выявить наиболее вероятные пути заноса данной инфекционной болезни,

и сформулировать практические рекомендации по его предотвращению. Совокупность качественных, количественных и графических методов анализа текущего состояния эпизоотического процесса восполняет систему информационных данных, имеющих прикладное значение в области ветеринарно-эпидемиологического моделирования и прогнозирования. Кроме того, полученные данные помогут предотвратить значительный экономический ущерб, связанный с инфекционной патологией животных.

Результаты работы были использованы в поданном в экспертную группу МЭБ досье «Результаты контроля и надзора за чумой мелких жвачных животных на территории Российской Федерации, предоставляемые в МЭБ для официального признания статуса исторического благополучия страны по чуме мелких жвачных животных». По результатам рассмотрения досье в 2020 г. РФ получила статус страны свободной от ЧМЖ.

Методология и методы исследования. Применялись аналитические методы, определяли влияние факторов риска на вероятность заноса и распространения исследуемой инфекции, а также последствия при заносе ЧМЖ в Российскую Федерацию. Для интерпретации полученных результатов использовали стандартный пакет программ статистического анализа в MS Excel, а также статистический пакет программ, реализованный в «@Risk» Palisade Corporation, метод экспертных оценок [Гуленкин и др., 2017]).

Основные положения диссертационной работы, выносимые на публичное представление:

1. Ретроспективный анализ эпизоотической ситуации по ЧМЖ в приграничных с РФ странах.
2. Результаты проведенного количественного анализа риска заноса и распространения ЧМЖ на территорию РФ.
3. Рекомендации по мониторинговым исследованиям диких восприимчивых жвачных на территории РФ.

Личный вклад соискателя. Основной объем представленных в диссертации экспериментальных исследований и анализ полученных результатов выполнен автором самостоятельно.

Консультативную и методическую помощь при выполнении отдельных этапов работы оказывали сотрудники ФГБУ «ВНИИЗЖ»: к.г.н. Коренной Ф.И., к.б.н. Петрова О.Н., к.б.н. Гуленкин В.М., к.в.н. Шевцов А.А., к.в.н. Нестеров А.А., за что автор выражает им глубокую благодарность.

Степень достоверности и апробация результатов работы. Результаты исследований по теме научно-квалификационной работы были обсуждены на заседаниях ученого совета ФГБУ «ВНИИЗЖ», опубликованы и доложены в материалах 4-й ежегодной конференции молодых ученых «Микромир-макропроблемы» ФГБУ ФИЦВиМ, а также в презентации «Международный опыт оценки риска и сертификации продукции при экспорте/импорте поднадзорной продукции животного происхождения и мониторинг инфекционных болезней» в

ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках программы Европейского учебно-консультационного центра по повышению квалификации специалистов ФГБУ «ВНИИЗЖ» и территориальных Управлений Россельхознадзора. Материалы работы вошли в отчеты Информационно-аналитического центра по Государственному заданию НИР № 081-00015-18-00 от 29.12.2017 г.; № 081-00010-19-00 от 28.12.2018 г.; № 081-00008-20-00 от 19.12.2019 г. (с ред. 081-00008-20-04 от 01.10.2020 г.); № 081-00014-21-00 от 29.12.2020 г. «Ветеринарное благополучие».

Публикации. Результаты исследований опубликованы в 4 статьях, в том числе две из них в рецензируемом издании Перечня ВАК «Ветеринария сегодня» и «Ветеринарная патология».

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 115 страницах компьютерного текста и включает следующие разделы: введение, обзор литературы, собственные исследования и их результаты, заключение и список литературы, который состоит из 171 источника, из них 122 иностранных. Работа иллюстрирована 17 таблицами, 16 рисунками и дополнена приложением документов, подтверждающих внедрение результатов работы в ветеринарную практику.

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1. Материалы

Данные. В работе использовали данные о вспышках ЧМЖ, полученные в системе World Animal Health Information System (OIE) из годовых отчетов об эпизоотической ситуации в анализируемых странах. Статистические данные об импорте животных (включая нарушения при импорте) на территорию РФ были получены из ресурсов Федеральной таможенной службы, территориальных Управлений ветеринарии РФ, отчетов из информационной системы «Аргус». Информация об ареалах различных видов диких восприимчивых жвачных животных, их физиологических и биологических особенностях, получена из профильных научных работ отечественных и зарубежных авторов. Данные плотности автохтонного домашнего МРС в РФ получены из Росстата.

Оборудование и программы. Статистическая обработка и моделирование данных проводилась в программах: MS Excel, @Risk ver. 8.0 (Palisade Corporation). Картографирование проводилось с использованием программы ArcGIS.

2.2 Методы исследований

Идентификация опасности. Обнаружение потенциальной угрозы, описание факторов и путей достижения реализации данной угрозы. Для этого проводили ретроспективный анализ эпизоотической ситуации по ЧМЖ в приграничных с РФ странах.

Оценка риска. Включила в себя оценку риска заноса, оценку риска распространения и оценку последствий [OIE]. Производилось моделирование полученных статистических данных с использованием метода Монте-Карло. При недостаточном уровне надежности данных или при отсутствии набора данных

использовался метод экспертных оценок, где искомым параметр оценивается экспертами по шкале от 1 до 5 согласно Методическим рекомендациям количественной (балльной) оценки мнений экспертной группы по вопросам эпизоотологии инфекционных заболеваний животных [Гуленкин и др., 2017; Гуленкин и др., 2018].

При оценке риска заноса использовали превалентность ЧМЖ в популяции восприимчивых животных неблагополучной страны, позволившую определить размер импортной партии (легальной и нелегальной), в которой возможно, по крайней мере, одно инфицированное животное [MacDiarmid et al., 2003; Караулов и др., 2008]. Кроме того, в оценке риска заноса учитывали географические и биологические критерии диких жвачных.

Оценка риска распространения строилась на оценке подверженности регионов Российской Федерации к заносу инфекции (на основании средней плотности восприимчивых к ЧМЖ животных в ЛПХ региона), вычислении вероятности укоренения инфекции в популяции восприимчивых к ЧМЖ животных отдельного региона РФ и скорости распространения заболевания внутри и меж стадами. Скорость нарастания количества инфицированных объектов (животных или стад) для каждого заболевания на начальном этапе эпизоотии определяется понятием базовой скорости репродукции [Коренной и др., 2017; Гуленкин и др., 2020].

Оценка последствий проведена с помощью привлечения экспертных мнений, основанных на описании взаимосвязи между воздействием биологического агента и вероятностью потенциальных последствий этого воздействия. Были оценены биологические, экологические и социальные последствия согласно Методическим рекомендациям по полуколичественной оценке риска [Оганесян и др., 2016].

В рамках управления выявленным риском предложены сценарии и даны рекомендации по действиям ветеринарных служб в случае возникновения вспышек ЧМЖ на территории РФ, а также по минимальному объему проводимых мониторинговых исследований в дикой фауне.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Идентификация опасности

3.1.1 Изучение эпизоотической ситуации по ЧМЖ в мире

В период с 2001 по 2011 гг. болезнь получила распространение в 56 странах мира. К 2016 г. ЧМЖ регистрировалась уже более чем в 70 странах и стала эндемичной в различных регионах Африки и Азии.

В 2016 г. впервые отмечен занос ЧМЖ в Европу (Грузия). Было выявлено три очага и, благодаря принятию интенсивных противоэпизоотических мероприятий, заболевание не получило распространения.

На территории Казахстана вспышки фиксировались в 2005 и 2006 гг. В 2014 г. зарегистрировано 3 вспышки в Жамбылской области. В настоящее время активная плановая вакцинация против ЧМЖ проводится в южных областях страны.

В Иране первые случаи заболевания диагностированы в 1994 г. на границе с Ираком. С тех пор заболевание регистрируется практически на всей территории страны. В последние 8 лет ежегодное количество вспышек варьировало от 429 до 3042.

В Турции первая вспышка ЧМЖ была зафиксирована в 1992 г. В период 2012 - 2021 гг. выявлено от 43 до 65 вспышек в год. Охват вакцинацией в стране составляет до 82% поголовья МРС.

Неблагополучны по чуме мелких жвачных и ближайшие соседи РФ в Восточной Азии – Китай и Монголия.

Первые случаи регистрации вспышек ЧМЖ в Китае относятся к 2007 г. В 2014-2015 гг. ЧМЖ регистрировалась уже в 22 провинциях страны (249 очагов), в том числе и в приграничных регионах с Афганистаном, Индией, Казахстаном, Кыргызстаном, Монголией, Пакистаном, Россией и Таджикистаном.

В Монголии ЧМЖ впервые зарегистрирована в 2016 г. (65 очагов). В 2017 г. новых очагов ЧМЖ не отмечали, однако значительное опасение представляют зарегистрированные в январе и феврале 2017 г. случаи выявления ЧМЖ среди диких сайгаков.

В 2018-2021 гг. неблагополучие по ЧМЖ отмечается в Турции, Иране, Ираке, Афганистане, Пакистане, Индии. Китай признан МЭБ эндемичной страной по ЧМЖ. Последние вспышки (на сентябрь 2021 г.) были зафиксированы в Монголии (1 вспышка) и в Турции (17 вспышек) [ЕС ADIS, WAHIS Interface, Закутский и др., 2012; Мищенко и др., 2016; совещание в рамках Дорожной карты по ЧМЖ, 2017, Семакина и др., 2018].

3.1.2 Определение и оценка факторов риска

В ходе идентификации опасности определены основные факторы риска заноса ЧМЖ на территорию РФ:

- i) плотность домашних восприимчивых животных в приграничных регионах РФ;
- ii) уровень легального и нелегального импорта между РФ и приграничными странами;
- iii) дикие восприимчивые животные.

Учитывая эпизоотическую ситуацию по ЧМЖ в приграничных с РФ странах, удалось выделить следующие направления заноса ЧМЖ на территорию РФ, в соответствии с географическим положением неблагополучных государств: Турция, Иран, Грузия – Кавказское направление заноса; Казахстан и Западный Китай – Сибирское направление заноса; Монголия и Восточный Китай – Дальневосточное направление заноса.

3.2 Оценка риска

3.2.1 Оценка риска заноса возбудителя ЧМЖ в Российскую Федерацию

Легальный импорт

В соответствии с Решениями Комиссии Таможенного союза № 317 от 18.06.2010 г. и № 607 от 07.11.2011 г. Российская Федерация вводит ограничения на ввоз живых восприимчивых к ЧМЖ животных и продукции, однако, в рамках Решения Комиссии Таможенного союза, МРС импортируется из Республики Казахстан, где идентифицирована опасность по ЧМЖ. В 2014 г. в Казахстане обнаружено 3465 зараженных ЧМЖ животных, в то время как поголовье восприимчивых животных насчитывало 25 293 426 голов [WANIS]. Ввиду того, что наличие или отсутствие вспышек ЧМЖ в настоящее время на территории данной страны неизвестно, чтобы определить риск заноса ЧМЖ с живыми животными рационально прибегнуть к оценке значения превалентности заболевания на уровне всей страны (Pr).

$$Pr = \text{Beta}(3565+1, 25293426 - 3465+1) = \text{Beta}(3466; 25289960)$$

$Pr=0,1 \times 10^{-3}$ указывает на то, что из произвольно выбранных 10 000 животных данной популяции хотя бы одна голова может быть инфицирована ЧМЖ.

При Pr равной $0,1 \times 10^{-3}$ реализация завоза хотя бы одного инфицированного животного возможна в результате перемещения не менее 9 611 животных (Рис. 1).

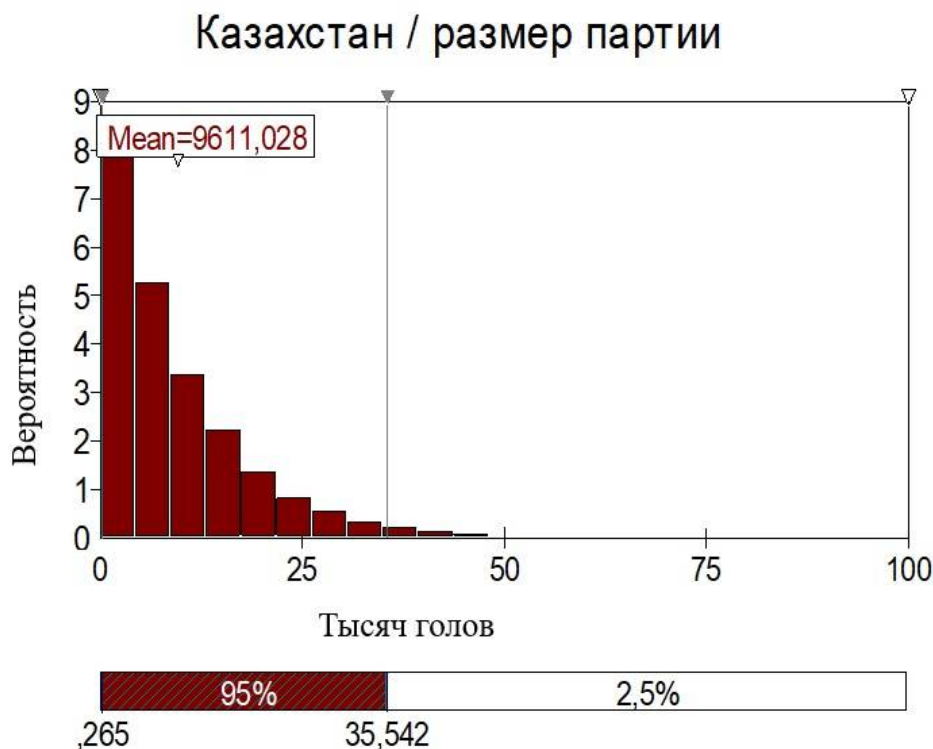


Рисунок 1 – График оценки выборки популяции животных для определения в ней хотя бы одного больного животного

При известном объеме импорта МРС из Республики Казахстан за 2019-2020 гг. равном 6731 головы (данные информационной системы «Аргус» и таможенной службы РФ) и вычисленной превалентностью ЧМЖ в Республике Казахстан можно утверждать, что в совокупной партии потенциально заражено 0,67 животных, что демонстрирует незначительный риск заноса инфекции.

Поскольку, при осуществлении легального импорта, животные на границе проходят карантинирование и исследование на инфекционные заболевания, то

принимая значения чувствительности (Se) и специфичности (Sp) используемых тестов в среднем равными 0,95, по методике S.C. MacDiarmid была рассчитана вероятность того, что результаты тестирования импортированных животных окажутся ложноотрицательными.

Расчёты проведены из соотношения:

$$P(c \geq 1 | N) = 1 - [(1 - Pr) \times Sp / ((1 - Pr) \times Sp + Pr \times (1 - Se))]^n, \text{ где:}$$

$P(c \geq 1 | N)$ – вероятность того, что среди протестированных животных на ЧМЖ окажутся ложноотрицательные результаты;

Pr - превалентность ЧМЖ в стране-экспортере;

n - количество протестированных животных.

Используя формулу, получили:

$P(c \geq 1 | N) = 1 - [(1 - 0,0001) \times 0,95 / ((1 - 0,0001) \times 0,95 + 0,0001 \times (1 - 0,95))]^{6731} = 0,0349$, отсюда, шансы не обнаружить хотя бы одно зараженное животное в партии составляют 3,5%, что говорит о незначительном риске заноса с легальным импортом.

Нелегальный импорт

Для определения доли нелегального импорта использовали распределение Pert, учитывали минимальную долю незаконного ввоза МРС (принятую за 1%) и официальные данные системы «Аргус», информирующих о том, что 18% импорта МРС из приграничных стран осуществляется с нарушениями ветеринарного законодательства (что было принято за наиболее вероятное значение). За максимальное значение доли нелегального импорта было принято 100%. Полученный в результате проведенных вычислений график показал вероятную долю объема нелегального импорта от легального в 30% (рис. 2).

Отсюда, при известной превалентности ЧМЖ в Республике Казахстан определяли вероятное количество зараженных животных в предполагаемой нелегальной партии:

$N_{IL} = 0,1 \times 10^{-3} \times 0,3 \times 6731 = 0,2$ животных в совокупной нелегальной партии ожидаемо заражено.

Вычисленное N_{IL} демонстрирует незначительный риск реализации заноса ЧМЖ на территорию РФ из Республики Казахстан с нелегальным импортом МРС.

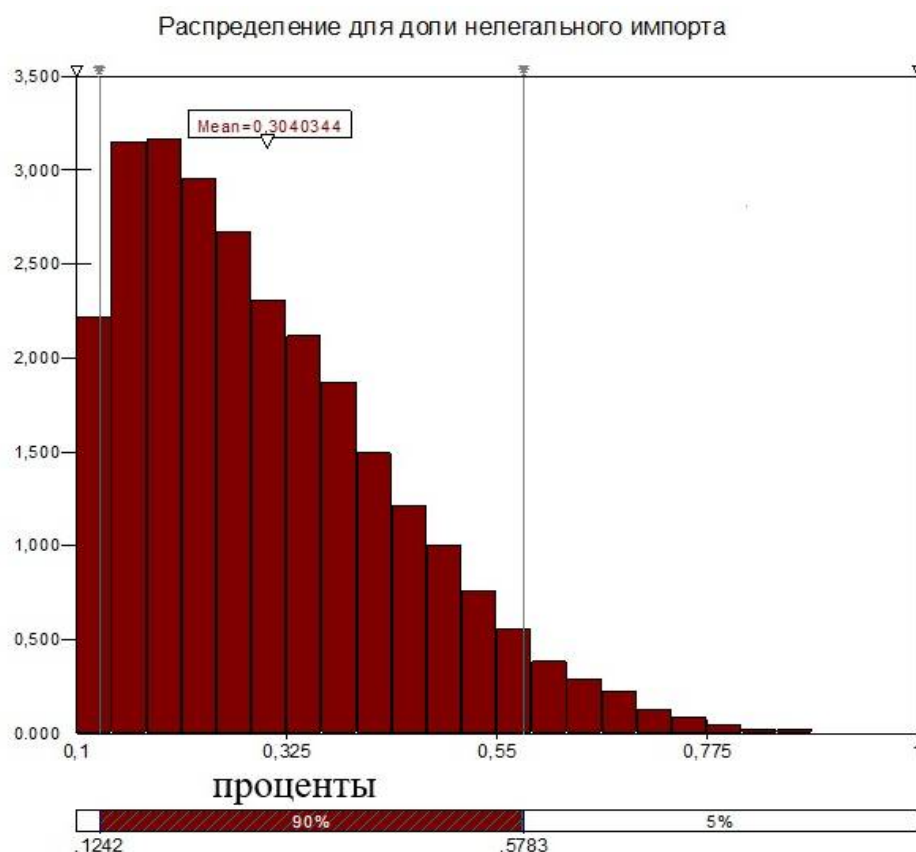


Рисунок 2 - График вероятной доли объема нелегального импорта от легального

Поскольку Россельхознадзор ввел ограничения на легальный ввоз МРС из неблагополучных стран, а оценить долю нелегального импорта от объема легального невозможно, было сделано допущение, что уровень нелегального импорта из приграничных стран (Турция, Иран, Китай, Грузия, Монголия) будет, как минимум, равен уровню Республики Казахстан и, следовательно, перед нами возникла задача определения превалентности ЧМЖ в данных странах (таблица 1).

Таблица 1 – Превалентность ЧМЖ в приграничных с РФ странах за период 2014-2021 гг.

Страна	Значение превалентности по годам, %								Среднее значение (M±2m)
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Турция	1,068	2,3	1,9	16	6	5,35	N/A*	N/A*	5,43 ± 2,26
Грузия	0	0	11,09	0	0	0	0	0	11,09 ± 1,41
Иран	0,08	0,54	0,39	0,36	0,35	8,8	0	0	1,315 ± 1,07
Казахстан	12,8	0	0	0	0	0	0	0	12,8 ± 1,6
Китай	0,64	16,2	11,3	0,11	19,1	0	0	0	5,91 ± 2,91
Монголия	0	0	42,9	34,9	0	0	0	4,95	10,34 ± 6,3

*Примечание: N/A – означает, что по данным отчетов ЕС в Турции вспышки ЧМЖ в 2020-2021 годах регистрировались [ЕС ADIS], однако в МЭБ не нотифицировались детали вспышек, из которых можно было бы вычислить превалентность. При этом, в условиях отсутствия данных, была принята оценка превалентности ЧМЖ за 2014-2019 года.

Таким образом, при нелегальном завозе от 2000 голов МРС (30% доля от легального импорта из Республики Казахстан) существует высокая вероятность завезти инфицированных животных (таблица 2).

Таблица 2 – Потенциальный риск заноса с нелегальным импортом МРС из приграничных с РФ стран

Страна	Средняя Pr, %	Значение N _{IL}
Турция	5,43	108,6 голов
Грузия	0,045*	0,9 голов
Иран	1,315	26,3 голов
Китай	5,91	118,2 голов
Монголия	0,055*	1,1 голов

*Следует заметить, что так как в Грузии и Монголии заболевание не получило широкого распространения, то для вычислений использовались значения превалентности ЧМЖ на уровне всего поголовья страны.

Оценка риска заноса ЧМЖ с дикими восприимчивыми животными

В рамках анализа были проведены исследования, оценивающие потенциал распространения ЧМЖ среди различных популяций. Данная оценка была проведена в соответствии с параметрами, описанными в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика оценочных значений (баллов) для нахождения вероятности распространения инфекции с дикой фауной

Факторы	Балл	Характеристика
а) Обитание на одной территории	1	Ареалы разных популяций сильно разобщены. Особи популяции одного вида не переходят в популяции другого. (Ввиду наличия естественных или искусственных барьеров: гор, территорий других государств, водоемы и др.)
	2	Ареалы разных популяций разобщены или соприкасаются. Особи популяции одного вида могут переходить в популяции другого. (Например, популяции на территории одной страны, но расположены полярно или степные копытные, обитающие у подножья гор, на которых обитают горные копытные)
	3	Популяция одного вида обитает в составе популяции другого вида.
б) Наличие вспышек в популяциях дикой фауны	1	Вспышки ЧМЖ в популяции дикой фауны не наблюдались.
	2	Вспышки ЧМЖ в популяции дикой фауны наблюдались более чем 24 мес. назад.
	3	Вспышки ЧМЖ в популяции дикой фауны наблюдались менее чем 24 мес. назад [OIE].
с) Суточная активность	1	Периоды пастбы и отдыха не совпадают. (Например, особи одной популяции активны днем, а другой ночью)
	2	Начало периода отдыха одного вида совпадает с началом периода активности другого.
	3	Периоды пастбы и отдыха совпадают.

В ходе исследования установили, что наибольший потенциал к распространению ЧМЖ имеют взаимодействия популяций монгольского дзерена (*Procapra gutturosa*) и горного барана (*Ovis ammon*), которые демонстрируют высокий риск реализации события (вероятность 0,77). Особи данных популяций

обитают на одной территории (Монголия и северная часть Китая), активность особей частично совпадает, и в данных популяциях регистрировались вспышки ЧМЖ. Учитывая пограничное положение популяций, следует ожидать занос ЧМЖ на территорию РФ при возникновении вспышек среди них (рис. 3).

Также высоким потенциалом распространения ЧМЖ обладают взаимодействия популяций горного барана (*Ovis ammon*) и косуль (*Capreolus*) – вероятность 0,72, что подтверждает наличие угрозы заноса ЧМЖ в Российскую Федерацию с копытными, обитающими на территории Монголии.

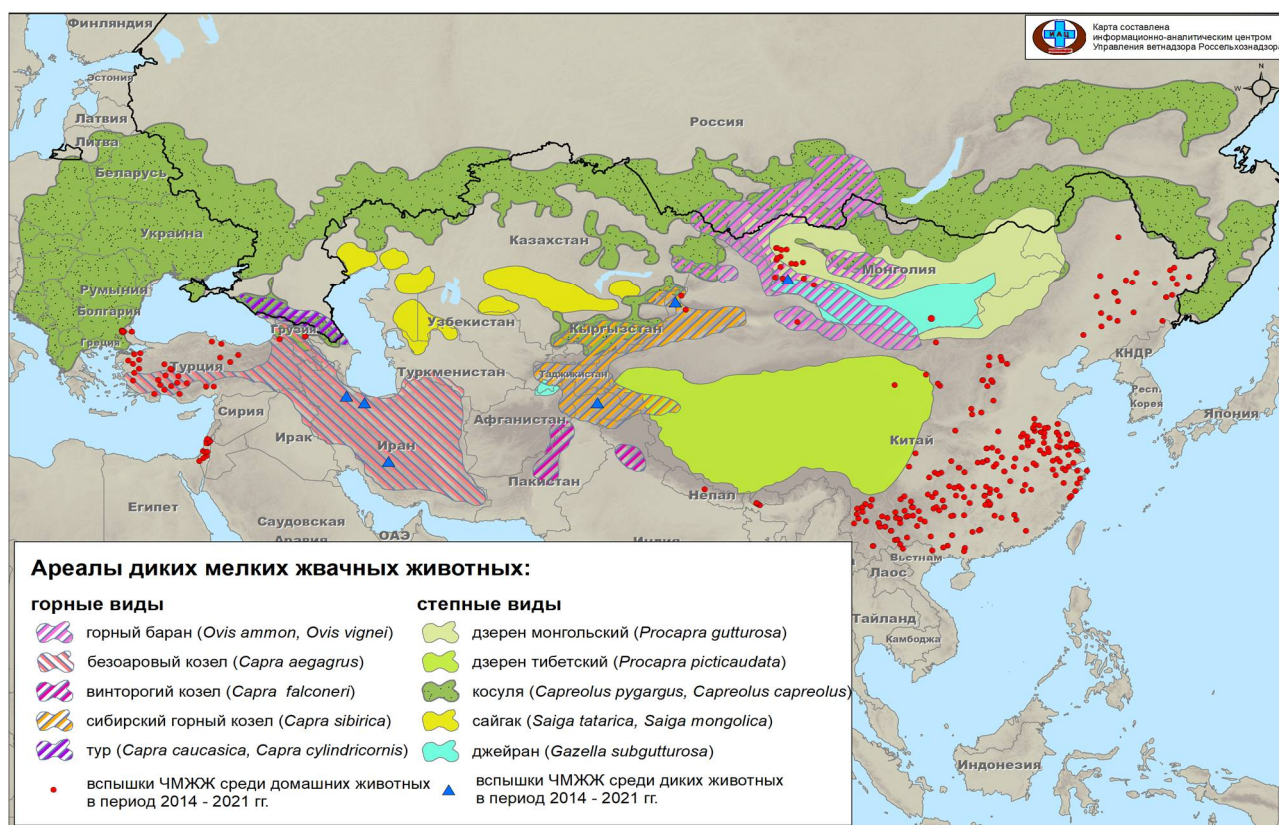


Рисунок 3 - Карта ареалов диких восприимчивых жвачных и вспышек ЧМЖ за 2014-2021 гг

Кроме того, обнаружена возможность распространения ЧМЖ дикими жвачными Кавказского направления – *Capra caucasica*, *Capra cylindricornis* (вероятность 0,66). Популяции данных животных также могут иметь решающее значение в заносе инфекции при возникновении вспышек в приграничных территориях.

После определения потенциала распространения ЧМЖ с дикими жвачными, был проведен экспертный опрос, позволивший выявить наиболее вероятный фактор, а также направление заноса ЧМЖ на территорию Российской Федерации. Было установлено, что наиболее вероятным фактором заноса инфекции на территорию РФ являются миграции потенциально зараженных диких жвачных (таблица 4). Причем из перечисленных стран, высокий риск представляют Монголия, Казахстан и Грузия.

Таблица 4 – Средняя балльная оценка реализации риска

№ п/п	Страны направлений заноса	Средняя балльная оценка возможных путей заноса ЧМЖ на территорию РФ ($X_{i,j}$)			
		1*	2**	3***	Y_i^{****}
1	Грузия	4,4	2,2	4,3	0,73
2	Турция	2,3	1,0	3,9	0,48
3	Иран	2,1	1,1	3,6	0,45
4	Казахстан	4,7	2,5	4,2	0,76
5	Китай	4,3	2,3	3,6	0,68
6	Монголия	4,9	2,9	4,4	0,81

* - занос во время миграций диких животных

** - занос с дикими животными во время гона

*** - занос при контактах диких и домашних животных на общих пастбищах

**** - значение вероятности заноса ЧМЖ в РФ

3.2.2 Оценка риска распространения

Оценка подверженности популяций МРС на территории РФ

Подверженность регионов РФ определяли, сопоставляя плотность поголовья МРС относительно площади субъекта РФ и количества ЛПХ в данном субъекте, что позволило ранжировать каждый субъект РФ по шкале от незначительной до высокой подверженности к заносу ЧМЖ (рис. 4).

Подверженность субъектов РФ заносу ЧМЖ

на основании средней численности поголовья мелких жвачных в ЛПХ

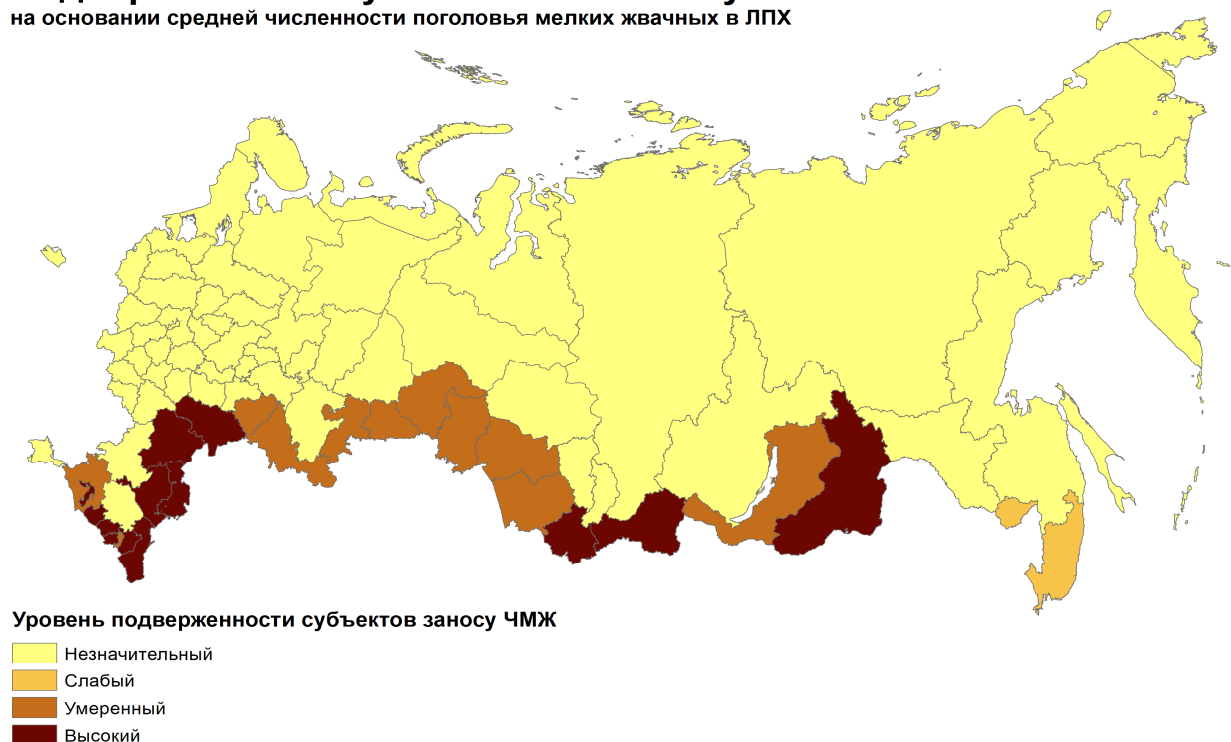


Рисунок 4 - Карта подверженности к вирусу ЧМЖ домашнего МРС на территории РФ

Ввиду наличия популяций различных видов диких мелких жвачных животных, некоторые приграничные регионы РФ демонстрируют дополнительную подверженность к заносу ЧМЖ в дикую фауну. Таким образом, при реализации заноса возможен ущерб как домашним, так и диким популяциям животных.

Оценка укоренения инфекции в стадах на территории РФ

Укоренение инфекции зависит от действий ветеринарной службы в ответ на вспышку. За основные критерии, которые способны влиять на течение эпизоотии были приняты: выявление заболевания в стаде и скорость реагирования ветеринарных служб в сутках. Под выявлением подразумевается чувствительность клинического осмотра и лабораторной диагностики. Под скоростью реагирования подразумевается время, необходимое ветеринарной службе для принятия решения о проведении противоэпизоотических мер, а именно, количество суток, затрачиваемое на постановку лабораторного диагноза (таблица 5).

Таблица 5 – Необходимые параметры для вычисления вероятности укоренения ЧМЖ на территории Российской Федерации

Наименование параметра	Вычисление	Результат
Чувствительность клинического осмотра в стаде, S_0	Uniform [минимум (0,1); максимум (0,9)]	$S_0=0,5$
Чувствительность ОТ-ПЦР-РВ в лаборатории, Se	-	Аналитическая чувствительность 0,983
Специфичность ОТ-ПЦР-РВ в лаборатории, Sp	-	Аналитическая специфичность стремится к 100%
Вероятность обнаружить зараженное животное, P_a	$S_0 \times Se \times Sp$	$P_a=0,4915$
Вероятность реагирования на вспышку, P_v	средняя доля от максимального количества дней, затрачиваемое на диагностику	индивидуально для каждого региона и находится в диапазоне от 0,01 до 0,84
Вероятность укоренения, P_e	$P_a + P_v - P_{av}$	индивидуально для каждого региона и находится в диапазоне от 0,08 до 0,51

Вычисление вероятности укоренения инфекции в популяции восприимчивых животных РФ показало, что наибольшим риском укоренения инфекции обладают Тюменская область и Приморский край (вероятность 0,51), на втором месте по опасности укоренения находятся Омская область, Забайкальский край и Республика Чечня (вероятность 0,4). Остальные регионы демонстрируют слабый и незначительный уровень риска укоренения ЧМЖ.

Оценка скорости распространения инфекции

Рядом зарубежных исследователей вычислена базовая скорость репродукции (R_0) ЧМЖ для нескольких стран: Сенегал – 6,3; Танзания 6,8; Пакистан – 6,85 и Эфиопия – 4,0 [Zahur et al., 2009; EFSA, 2015, G. Fournié et al., 2018]. Для выбора значения R_0 было выполнено дискретное распределение функцией RiscDiscrete:

$$R_0 = \text{RiscDiscrete} (4,0; 6,3; 6,8, 6,85) = 5,99 \pm 1,16$$

Зная базовую скорость репродукции внутри фермы и продолжительность инфекционного периода, можно вычислить возможное число новых заболевших животных в среднем овцеводческом ЛПХ на 50 голов в РФ за время t_2 при условии возникновения 1 первичной вспышки в период времени $t_1 = 0$:

$t_2 = 7$ дней (среднее количество дней от начала заболевания до нотификации в МЭБ)

$D = \text{Uniform} [3;21]$ (min – инкубационный период болезни при молниеносном течении; max – инкубационный период, согласно МЭБ) = 12 дней, что хорошо согласуется с выбранным инфекционным периодом при исследовании Guillaume Fournié et al.

По формуле экспоненциального роста вспышек $N_2 = \exp \left[\frac{(R_0-1) \times t_2}{D} \right]$ [Коренной и др., 2017]:

$$N_2 = \exp [(4,99 (\pm 1,16) \times 7)/12] = 21,7 (5,7-30,3)$$

То есть, через неделю после заноса ЧМЖ в стадо ожидается заболеваемость, в среднем, около 22 голов.

Guillaume Fournié et al. рассчитали базовую скорость репродукции для ЧМЖ между фермами. Они получили значение R_0 для межстадных заражений: 1,54 (1,24-9,35). Из формулы экспоненциального роста вспышек возможно вычислить через сколько дней вероятно вторичная вспышка:

$$t_2 = (D \times \ln N_2) / (R_0 - 1) = 4,66 (1,17-16,8) \text{ дней}$$

То есть, в среднем, через 5 дней после заноса ЧМЖ в стадо ожидается по меньшей мере 1 вторичная вспышка (возникновение заболеваемости в другом стаде).

Зная значение R_0 для передачи на межхозяйственном уровне, количество ферм, подлежащих депопуляции, можно рассчитать с использованием следующего соотношения: $P(R_0) = 1 - 1/R_0$ [Anderson et al., 1992]. Таким образом, $P(R_0)$ составляет 0,35 (0,19-0,89). Отсюда следует, что для гарантии предотвращения эпизоотии в регионе, в который был занесен возбудитель ЧМЖ, теоретически, необходимо уничтожить восприимчивую популяцию, по крайней мере, на 19% окружающих ферм [Коренной и др., 2017; Гуленкин и др. 2020].

Данная формула применяется также для нахождения уровня эффективного охвата вакцинацией восприимчивого поголовья. Наибольшее значение величины R_0 для межстадного распространения ЧМЖ может быть порядка 9,35, это означает, что при проведении профилактической вакцинации в стаде необходимо обеспечить защитный иммунитет у 89% животных: $(1-1/9,35) \times 100\% = 89\%$ [Коренной и др., 2017; Гуленкин и др. 2020].

3.2.3 Оценка последствий

Для оценки последствий проведен экспертный опрос, где экспертная группа оценивала биологические, экологические и социальные последствия, которые могут

наступить при реализации заноса и распространения ЧМЖ в РФ. При подсчете оценок экспертов были получены результаты:

Биологические последствия (Б – 4;4) – высокий уровень тяжести последствий с вероятностью реализации 4;

Экологические последствия (Э – 3;4) – умеренный уровень тяжести последствий с вероятностью реализации 4;

Социальные последствия (С – 3;4) – умеренный уровень тяжести последствий с вероятностью реализации 4.

Суммарный риск рассчитывали по формуле: $\log_{10}(10^B+10^C+10^Э) = \log_{10}(10^8+10^7+10^7) = 8,079$, что соответствует высокому уровню риска. Отсюда следует, что данные последствия заноса и распространения ЧМЖ в РФ, по мнению экспертов, способны затронуть значительную часть территории страны, и будут трудно устранимы.

3.3 Управление риском

При возникновении вспышек чумы мелких жвачных животных на территории Российской Федерации необходимо выбрать стратегию борьбы с данным заболеванием:

1) Введение карантина и действия в соответствии с планом срочных действий и ветеринарных правил по ликвидации заболевания. Депопуляция минимум 19% ферм (в соответствии с рассчитанным индексом депопуляции $P(R_0)$) и приостановление статуса, с последующим подтверждением благополучия и восстановление статуса свободы страны от заболевания.

2) Введение карантина и действия в соответствии с планом срочных действий и ветеринарных правил по ликвидации заболевания. Вынужденная экстренная вакцинация восприимчивого поголовья в угрожаемых зонах, а, следовательно, потеря статуса свободы от заболевания. Эффективный охват вакцинацией рассчитан и равен 89% восприимчивого поголовья, и может быть применен при данной стратегии. В дальнейшем требуется разработать план действий по отмене вакцинации и восстановлению статуса свободы РФ от чумы мелких жвачных.

В рамках повышения готовности ветеринарных служб к возникновению заболевания нужно проводить обучение ветеринарных специалистов проблеме недопущения заноса и оперативной ликвидации первичных очагов ЧМЖ. Важным элементом быстрого реагирования является высокая вероятность обнаружить клинически больного животного, что будет способствовать раннему выявлению наличия заражений в стаде. Это достигается тренингами и курсами по клинической диагностике чумы мелких жвачных и сходных с ним заболеваний. Кроме того, обеспечение современными инструментами быстрой и точной лабораторной диагностики подверженных к заносу регионов, увеличение плана мониторинговых мероприятий будут иметь сильное значение в предотвращении укоренения заболевания в интактных стадах МРС. Организация подворных обходов и разъяснительной работы с владельцами личных козо-, овцеводческих хозяйств (ЛПХ) об опасности заноса и распространения ЧМЖ, в особенности, населения

приграничных и соседствующих с ними субъектов имела бы дополнительный положительный эффект в недопущении распространения заболевания.

Кроме того, необходимо организовать мониторинговые мероприятия за дикими восприимчивыми жвачными, обитающими на территории Российской Федерации, а в будущем и на территории приграничных стран.

В результате идентификации опасности выявлены основные направления заноса, отсюда, зная значения превалентности в неблагополучных странах возможно рассчитать уровень превалентности для каждого направления, как усредненная превалентность между странами, представляющими риск (таблица 6). Данные значения необходимы для расчета минимального охвата мониторинговыми исследованиями в популяциях диких восприимчивых к ЧМЖ животных.

Таблица 6 – Среднее значение превалентности ЧМЖ по направлениям заноса

Параметр	Направления		
	Кавказское	Сибирское	Дальневосточное
Превалентность, %	5.9	9.3	8.1

Поскольку мониторинг ЧМЖ в дикой фауне Российской Федерации не был организован вплоть до 2019 года, а те немногочисленные исследования, которые по плану проводили специалисты ФГБУ «ВНИИЗЖ» (142 пробы в год из 2 регионов в 2019 г. и 199 проб в год из 10 регионов в 2020 г.) не способны создать полноценный эффективный охват популяций, перед нами была поставлена задача рассчитать необходимое минимальное число проб, которые должны быть отобраны от представителей подверженной дикой фауны в регионах риска.

Рекомендуемое минимальное количество (голов) пробоотбора в год с рассчитанной превалентностью 6, 9 и 8%, при 95% уровне достоверности исследований [Дудников, 2005], составляет:

1. Кавказское направление заноса ЧМЖ – 411 проб.
2. Сибирское направление заноса ЧМЖ – 394 пробы.
3. Дальневосточное направление заноса ЧМЖ – 484 пробы.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

4.1 Выводы

1) Оценка эпизоотической ситуации по чуме мелких жвачных показала, что обширное распространение данного заболевания в странах Азии создает угрозу его заноса и распространения в приграничные регионы Российской Федерации с высокой плотностью популяции восприимчивых животных. При этом значимыми факторами заноса являются: нелегальный импорт домашних восприимчивых животных, а также перемещения диких восприимчивых животных.

2) По результатам оценки риска заноса ЧМЖ выявлено, что наибольшую степень опасности представляет фактор перемещения диких восприимчивых животных. При этом установлен высокий уровень риска заноса инфекционного агента в РФ из Монголии с вероятностью 0,81, из Казахстана (вероятность 0,76),

Грузии – 0,73 и Китая – 0,68. Определен умеренный риск заноса ЧМЖ в РФ из Турции и Ирана, с вероятностями 0,48 и 0,45, соответственно.

3) В рамках оценки риска распространения ЧМЖ в случае заноса на территорию РФ было установлено, что наибольшим уровнем подверженности обладают приграничные регионы Северо-Кавказского, Южного, Сибирского и Дальневосточного ФО, со значением вероятности укоренения от 0,08 до 0,51. При экспоненциальном росте заболеваемости, возможно заражение до 22 (6-30) голов восприимчивых животных в течение календарной недели, а также, как минимум, одной вторичной вспышки через 5 (1-17) суток после проникновения вируса в интактное стадо.

4) Проведенный анализ риска заноса и распространения, показал, что при проникновении на территорию РФ ЧМЖ способна затронуть значительную часть территории страны, а вызванные ею биологические, социальные и экологические последствия будут трудно устранимыми.

5) Наиболее действенной мерой считается контроль перемещения живых животных, представляющих риск заноса заболевания. Правильный клинический осмотр и быстрое подтверждение диагноза лабораториями являются важнейшими компонентами противоэпизоотической работы.

4.2 Практические предложения

Результаты научных исследований по анализу риска заноса и распространения ЧМЖ на территории РФ легли в основу следующих нормативных документов:

- Методические рекомендации по отбору проб биологического материала для проведения диагностических исследований на чуму мелких жвачных животных.
- Методические рекомендации по анализу риска заноса и распространения трансграничных заболеваний на территорию Российской Федерации.
- Прогнозы по чуме мелких жвачных животных в Российской Федерации на 2019-2021 гг.
- Досье «Результаты контроля и надзора за чумой мелких жвачных животных на территории Российской Федерации, предоставляемые в МЭБ для официального признания статуса исторического благополучия страны по чуме мелких жвачных животных».

4.3 Перспективы дальнейшей разработки темы

Предметом дальнейшей работы по управлению рисками, в рамках недопущения распространения заболевания с перемещаемой продукцией, явилась разработка правил и условий перемещения подконтрольных продуктов внутри и между субъектами РФ в соответствии со статусом конкретного региона.

5. СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Заразный узелковый дерматит. Ретроспективный анализ эпизоотии 2015-2016 гг. в Российской Федерации и качественная оценка риска, сопряженного с

экспортом говядины из РФ / А.С. Оганесян, Н.Е. Баскакова, О.Н. Петрова, **С.В. Щербинин**, А.К. Караулов // БИО. – 2017. – № 9. – С. 24-30; № 10. – С. 22-28.

2. Щербинин, С.В. Анализ угрозы заноса чумы мелких жвачных на территорию Российской Федерации / **С.В. Щербинин**, А.К. Караулов, В.М. Захаров // Ветеринария сегодня. – 2017. – № 4. – С. 17-22

3. Выявление пробелов, создающих предпосылки к заносу трансграничных болезней с багажом пассажиров / А.С. Оганесян, Н.Е. Баскакова, М.А. Шибяев, **С.В. Щербинин**, А.В. Саввин, А.А. Шевцов, А.К. Караулов // Труды Федерального центра охраны здоровья животных. – Владимир, 2020. – Т. 17. – С. 115-142.

4. **Щербинин, С.В.** Оценка скорости ожидаемого распространения чумы мелких жвачных в случае заноса заболевания на территорию Российской Федерации / С.В. Щербинин, Ф.И. Коренной, А.К. Караулов // Ветеринарная патология. – 2021. – № 3. – С. 5-9.

Подписано в печать 14.02.2022 г.

Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 1

Тираж 80 экз.

Отпечатано на полиграфической базе ФГБУ
«Федеральный центр охраны здоровья животных»