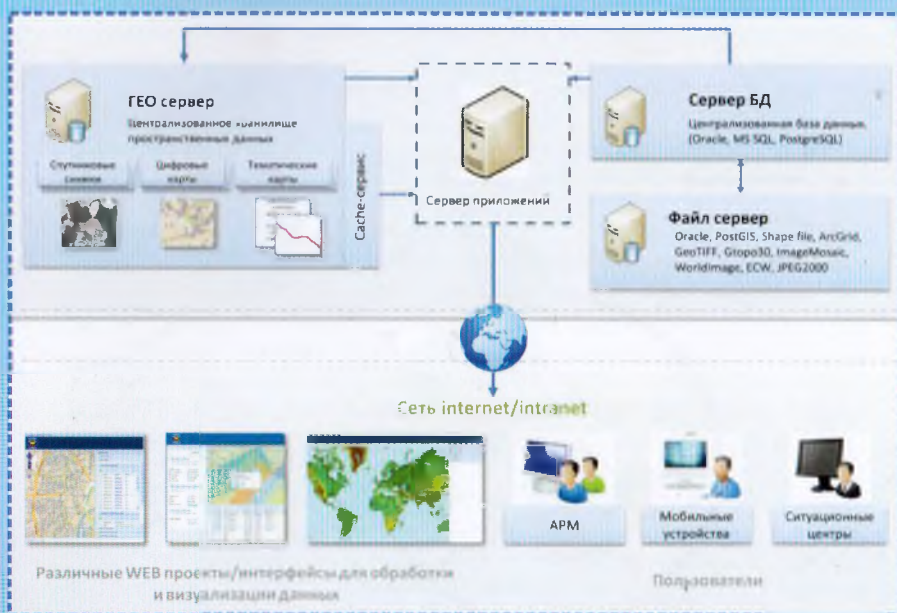


Просвирнин Г.С., Кузьмин В.А., Хахаев И.А., Чунин С.А.,
Козыренко О.В., Кротов Л.Н., Сериков А.И.

АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО АФРИКАНСКОЙ ЧУМЕ СВИНЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ



Санкт-Петербург
2019

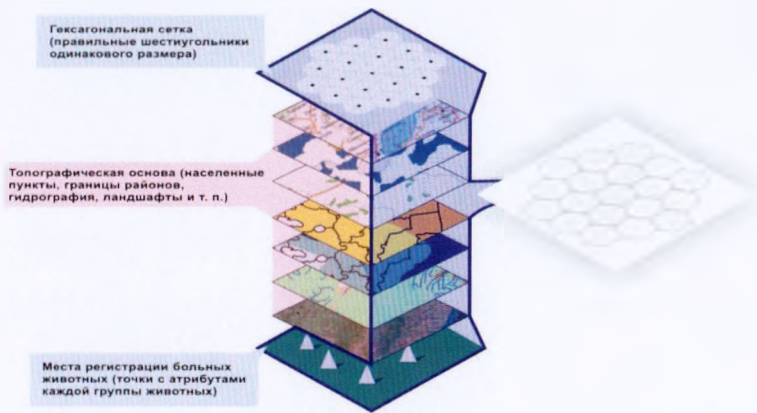


Рисунок 2 - Пространственное соединение ГИС информации о факторах риска

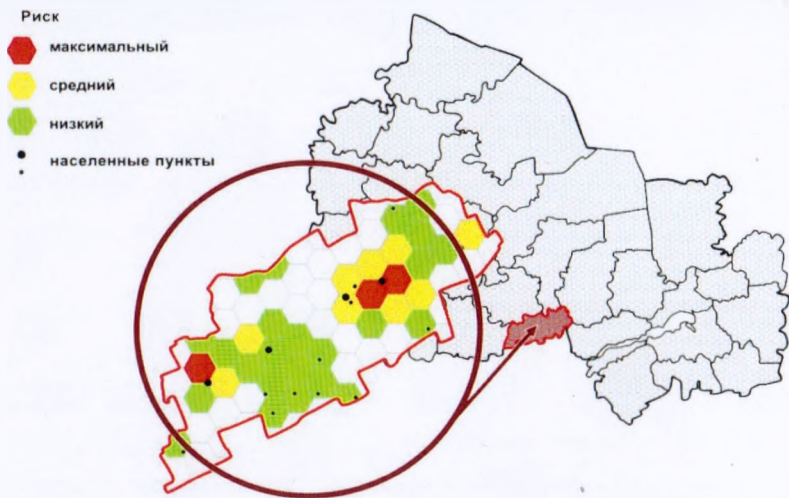


Рисунок 3 - Фрагмент карты эпизоотологического риска

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ

АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ
СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА
ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ
ПО АФРИКАНСКОЙ ЧУМЕ СВИНЕЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС НА ТЕРРИТОРИИ
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Санкт-Петербург
2019

Просвириин Г.С., Кузьмин В.А., Хахаев И.А., Чунин С.А., Козыренко О.В., Кротов Л.Н., Сериков А.И. Алгоритм создания системы мониторинга эпизоотической ситуации по африканской чуме свиней с применением ГИС на территории Ленинградской области: методические рекомендации. - СПб.: Изд-во ФГБОУ ВО СПбГАВМ, 2019. - 36с

В методических рекомендациях представлены материалы по теоретической и практической географической эпизоотологии и эпизоотологическим методам исследования. Подробно расшифрованы понятия «эпизоотический процесс», «эпизоотия», «панзоотия», «эпизоотическая ситуация», «эпизоотический очаг», «первая угрожаемая зона», «неблагополучный пункт», «компармент», «stamping-out», «эпизоотологический мониторинг», «эпизоотологический надзор», «эпизоотологическое прогнозирование», «эпизоотологическое картографирование», «геоинформационная система (ГИС)», «база данных», «контент» и др. Показана ведущая роль геоинформационных технологий, в том числе ГИС, в системе противоэпизоотических мероприятий, позволяющих накапливать, анализировать и визуализировать данные по африканской чуме свиней на конкретной территории.

Методические рекомендации составлены в соответствии с Рабочей программой по дисциплине «Эпизоотология и инфекционные болезни», уровень высшего образования СПЕЦИАЛИТЕТ по специальности 36.05.01 Ветеринария (очная, заочная, очно-заочная формы обучения) и предназначены для студентов, аспирантов ветеринарных вузов, ветеринарных врачей, государственных ветеринарных специалистов.

Авторы-составители: Просвириин Г.С., Кузьмин В.А., Хахаев И.А., Чунин С.А., Козыренко О.В., Кротов Л.Н., Сериков А.И.

Рецензент: доктор ветеринарных наук, профессор кафедры эпизоотологии, паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, член-корр. РАСХН ФГБОУ ВО НГСХА *Сочнев В.В.*

Методические рекомендации одобрены и рекомендованы к изданию методическим советом СПбГАВМ, протокол № 7 от 27.08.2019г.

Методические рекомендации одобрены ФГБНУ «Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения» (СЗЦ(ППО) протокол № 2 от 11.09.2019г.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных задач, поставленных перед ветеринарной службой Российской Федерации в соответствии с «Законом о ветеринарии» является обеспечение устойчивого благополучия по инфекционным болезням животных и снабжение населения полноценными продуктами питания животного происхождения. В связи с этим ветеринарной службе страны необходимо постоянно держать под контролем эпизоотическую ситуацию по инфекционным болезням животных.

Для осуществления такого контроля необходимо вести надлежащий эпизоотологический надзор (мониторинг) за всеми инфекционными болезнями животных.

Причиной разработки данных методических рекомендаций явилось то, что многие ветеринарные специалисты недооценивают роль и значение эпизоотологического мониторинга в ликвидации и профилактике инфекционных болезней. Ветеринарные специалисты зачастую даже не представляют, как сгруппировать, обработать и использовать имеющиеся у них сведения о конкретном инфекционном заболевании. А математическая обработка данных и эпизоотологический анализ практически не используются не только ветеринарными врачами на местах, но иногда и главными специалистами районов, краев и областей.

В данных методических рекомендациях в доступной форме представлена единая методика осуществления эпизоотологического мониторинга инфекционных болезней животных (на примере африканской чумы свиней), правила и методы его проведения с использованием геоинформационных технологий.

Для начала следует определиться с терминами.

Эпизоотический процесс – процесс взаимодействия макро- и микроорганизмов в популяции животных.

Эпизоотия – средняя степень интенсивности эпизоотического процесса, характеризующаяся довольно широким распространением инфекционной болезни, при этом заболеваемость превышает обычный для данной местности уровень.

Панзоотия – высшая степень интенсивности эпизоотического процесса, характеризующаяся необычайно широким распространением инфекционной болезни, при этом резко увеличивается заболеваемость.

Эпизоотическая ситуация – совокупность данных о распространённости инфекционных (инвазионных) болезней животных на конкретной территории за определённый отрезок времени.

Эпизоотический очаг – территория, где есть все звенья эпизоотической цепи (источник возбудителя болезни, механизм передачи, восприимчивые животные).

Первая угрожаемая зона – имеет глубину 5..20 км от эпизоотического очага, *вторая угрожаемая зона* – до 100..150 км от эпизоотического очага.

Неблагополучный пункт – административно-территориальная единица, на территории которой находится эпизоотический очаг.

Факторы риска заболеваемости – основные мишени для профилактических мероприятий, воздействующие на эпизоотический/эпидемический процесс, либо стимулируя его, либо угнетая.

Факторы риска: факторы экологического и социального характера, окружающей и производственной среды, факторы среды обитания, биологические, генетические (индивидуальные). Этиологические факторы (бактериальные, физические, химические и т. д.) прямо воздействуют на организм, вызывая в нем патологические изменения.

Эпизоотологический анализ – всестороннее изучение эпизоотического процесса с использованием всего комплекса данных эпизоотологического исследования. С помощью эпизоотологического анализа выявляют общие закономерности эпизоотического процесса и его особенности в конкретных условиях.

Эпизоотологический мониторинг – информация, которая представляет собой систематизированные сведения об эпизоотической ситуации, прогнозируемых эпизоотических вспышках и их возможных последствиях, вариантах противозпизоотических мероприятий. Методологической основой эпизоотологического мониторинга является эпизоотологический метод исследования.

Эпизоотологическое исследование – обеспечивает выявление закономерностей эпизоотического процесса, причин и условий возникновения, распространения, интенсивности проявления и угасания заразных болезней, позволяет разработать меры борьбы с ними в различных природных и хозяйственных условиях.

Эпизоотологическое исследование включает в себя комплекс приемов: сравнительно-историческое описание, сравнительно-географическое описание (картографирование), эпизоотологическое обследование, эпизоотологический эксперимент, статистико-математическую обработку данных, эпизоотологический анализ.

Эпизоотологический надзор – информационная система динамического слежения за эпизоотическим процессом при конкретной болезни на определенной территории в целях повышения эффективности профилактических и противозпизоотических мероприятий. Эпизоотологический надзор включает в себя две части:

- ✓ сбор сведений по эпизоотологии той или иной болезни, анализ этих сведений и разработка стратегии мероприятий;

- ✓ контроль за противозпизоотическими мероприятиями, своевременная их корректировка, разработка техники решения стратегических задач в конкретных условиях.

Для каждой нозологической единицы должна быть своя карта эпизоотологического надзора.

Нозологическая единица – более или менее очерченная болезненная форма, характеризующаяся определенными особенностями этиологии, кли-

нической и патологоанатомической картиной. Практически между понятиями "нозологическая единица" и "болезнь" можно ставить знак равенства.

Эпизоотологическое прогнозирование – особая система обобщения и обработки данных, которая позволяет на основании суммы сведений об эпизоотологических особенностях конкретной инфекционной болезни, изучения истории, оценки роли природно-географических и хозяйственных условий дать научное предсказание о динамике эпизоотического процесса, о возникновении, развитии и угасании эпизоотии на определенной территории.

Компартмент - новый перечень мероприятий по профилактике африканской чумы свиней согласно приказа МСХ № 258 от 23.07.2010. Компартмент - зоосанитарный статус объекта. Отнесение хозяйства к компартменту II-IV осуществляется по результатам обследования, проводимого по заявлению хозяйства.

- Компартмент I - незащищенные от угроз хозяйства.
- Компартмент II - хозяйства низкого уровня защиты.
- Компартмент III - хозяйства среднего уровня защиты.
- Компартмент IV - хозяйства высокого уровня защиты.

Компартментализация - разделение животноводческих хозяйств по степени их биологической защиты. Компартментализация позволяет накладывать карантин не по привычной схеме с введением определенных ограничений (в т.ч. невозможности вывоза продукции), а по совершенной иной формуле: в зависимости от принадлежности предприятия к тому или иному компартменту, даются определенные полномочия. Любое нарушение грозит снижением компартмента и колоссальными убытками в связи с невыполнением договоров, срывом поставок, нарастанием жировой массы у поголовья, снижением класса мяса, расходами на дополнительное кормление и продажей продукции по сниженной цене.

Стемпинг аут (англ. *stamping out*) – тотальный убой всех больных и подозреваемых в заражении животных, утилизация/уничтожение их трупов (сжигания, захоронения) вместе со шкурами, очистка и деконтаминация хозяйства в эпизоотическом очаге и первой угрожаемой зоне.

ГеоИнформационная Система (ГИС или географическая информационная система) - информационная система, предназначенная для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах. ГИС в более узком смысле — инструмент/ программный продукт для анализа и редактирования цифровых карт, получения дополнительной информации об объектах.

Базы данных - информационные структуры, хранящиеся во внешней памяти, которые позволяют на основании итоговых отчетов ветеринарных, медицинских научных организаций и надзорных органов проводить текущий и ретроспективный мониторинг эпизоотической и эпидемической ситуации. Формат ГИС – удобный инструмент для хранения баз данных с геопространственной привязкой и обмена информацией.

Эпизоотологическое картографирование – органическая часть процесса планирования мер и масштабов профилактики инфекционных болезней. Эпизоотологическое картографирование предполагает определение времени, места и масштаба возможного проявления болезни/эпизоотического процесса.

Контент (от англ. content - содержание) – любое информационно значимое, или содержательное наполнение информационного ресурса или веб-сайта (тексты, изображения, видео и пр.).

ЭПИЗОТИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО АФРИКАНСКОЙ ЧУМЕ СВИНЕЙ В МИРЕ И СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. УЩЕРБ ОТ АЧС

В начале 1900-1957гг. имело место распространение АЧС в форме природной очаговости исключительно на территории стран Южной Африки с трансмиссивной передачей возбудителя и спорадическими случаями заражения свиней, завезенных из Европы. Появление АЧС в 1957г. в Португалии, затем во Франции (1964,1967,1977), Италии (1967,1978,1980), Украине (1980-1981), Нидерландах (1986), Бельгии (1985), островах Мадейре (1965,1974,1976), Мальте (1978), повторно в Португалии (1999), заставило ряд стран Европейского континента, в том числе и СССР, активно изучать биологические свойства возбудителя инфекции, разрабатывать методы диагностики, средства профилактики, способы борьбы и ликвидации болезни [31,39]. В нашей стране проведены значимые исследования по этим проблемам. Так, уже в 70-ые годы прошлого века была успешно проведена идентификация возбудителя и ликвидация АЧС в Одесской области СССР в 1977г.

В 2007 г. с дикими кабанами, которые мигрировали из Грузии, вирус АЧС был занесён на территорию РФ (Чеченскую Республику), откуда, несмотря на проводимые противоэпизоотические мероприятия по ограничению распространения возбудителя в РФ и предупреждения Россельхознадзора и Департамента ветеринарии РФ об угрозе распространения болезни в Европу, данная инфекционная болезнь в 2008-2019гг получила широкое распространение во всех субъектах европейской части РФ, а также на территории субъектов Сибири, Дальнего Востока, с последующим захватом территории сопредельных стран ближнего (Эстония, Литва, Латвия, Белоруссия, Украина, Азербайджан, Армения, Молдова) и дальнего (Чехия, Бельгия, Болгария, Румыния, Вьетнам, Китай, Лаос, Камбоджа, Монголия, Япония) зарубежья [4,45,6, 11,46].

Проблема распространения АЧС в нашей стране является общенациональной и входит в перечень приоритетных научных исследований. На протяжении последних 12 лет эпизоотическая ситуация по данной болезни в РФ и сопредельных странах имеет резкую тенденцию к ухудшению [44], приобретая характер панзоотии [1,19].

Согласно информации, представленной 14.06.2017 главой Россельхознадзора С. Данквертом в ходе правительственного часа в Совете Федерации, африканская чума свиней за девять лет, за которые распространяется это заболевание, принесла многомиллиардные убытки российскому агропромышленному комплексу: прямые потери за этот период оцениваются в 5 млрд. руб., косвенные - от 50 до 70 млрд. руб. от простоя предприятий в том числе, общие потери составили до 75 млрд. руб. [43].

ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ

Африканская чума свиней (*Pestis africana suum*, АЧС, болезнь Монтегю) — остро протекающая высококонтагиозная инфекционная болезнь, характеризующаяся лихорадкой, цианозом кожи, геморрагиями во внутренних органах и высокой летальностью [14,2,29,20,39].

Возбудитель АЧС описан Р.Е.Монтегю (R. E. Montgomerie) в 1921 г. и относится к ДНК-содержащим вирусам, представленным единственным семейством *Asfarviridae*. Вирус обнаруживают в крови, тканевой жидкости, внутренних органах, а также в секретах и экскретах зараженных животных, причем в максимальной концентрации — в крови, а также в клещах рода *Ornithodoros* [29].

Африканской чумой в любое время года болеют только свиньи (домашние и дикие) независимо от возраста, пола и пород. Лечение не разработано и запрещено. Болезнь не опасна для человека [14,31].

Высокая контагиозность АЧС обусловлена:

- биологическими свойствами вируса АЧС:
- высокая устойчивость возбудителя во внешней среде (способность сохраняться в трупах животных от 17 сут до 10 нед, в почве — от 200 сут, в мясе больного животного при хранении в замороженном состоянии — до 155 сут, в копченой ветчине — до 6 мес),
- участие аллергических и аутоаллергических реакций в патогенезе и иммуногенезе болезни,
- отсутствие полноценных антител, обладающих вируснейтрализующими свойствами,
- циркуляция в природе множества серологических и иммунологических типов вируса АЧС;
- эпизоотологическими особенностями АЧС:
- контактный, алиментарный пути заражения;
- отсутствием средств лечения и иммунопрофилактики (вакцин и специфической сыворотки).

Отсюда единственный метод, позволяющий остановить распространение вируса АЧС — это очень жесткие карантинные меры [29,28].

Выжившие свиньи пожизненно остаются вирусносителями. Занос возбудителя АЧС в благополучные страны рассматривается специалистами как со-

циальная и экономическая катастрофа. Это связано с огромным экономическим ущербом в результате тотального уничтожения поголовья свиней (stamping-out) в эпизоотическом очаге и в хозяйствах первой угрожаемой зоны (5-20 км от эпизоотического очага), проведения карантинных мероприятий на территории до 150 км, что влияет на экономические связи с другими регионами [14,17,36].

Развитие международных экономических связей государственной ветеринарной службы Российской Федерации делают актуальными задачи изучения африканской чумы свиней, её эпизоотологической опасности и значимости для развития свиноводства. Социальное и экономическое значение АЧС обусловлено её контагиозностью, запретом на лечение больных свиней, высокой летальностью и полной ликвидацией (stamping out) инфицированных и здоровых свиней в эпизоотическом очаге и первой угрожаемой зоне, что приводит к комплексу ветеринарно – санитарных и экономических проблем [12,28,29,21,20,10,13,2]. Именно принадлежность АЧС к наиболее опасным, контагиозным инфекционным болезням животных определяет приоритетность разработки мер по профилактике, ликвидации и недопущению распространения болезни на территории сопредельных государств среди домашних свиней и диких кабанов [14,17,31].

ПРОГНОЗЫ, РИСКИ, ТЕНДЕНЦИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АЧС В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральный центр охраны здоровья животных (ФГУ ВНИИЗЖ) представил:

- I.** - прогноз распространения АЧС с учетом ежегодного продвижения заболевания на север на расстояние порядка 360 км в год;
- пространственно-временная группировка случаев АЧС на территории РФ для диких и домашних животных;
 - прогноз возможного распространения АЧС по территории Российской Федерации в ближайшие год-два с учетом доли свинопоголовья, находящегося в личных подсобных хозяйствах угрожаемой зоны [7].

II. Анализ имеющихся данных позволяет оценить риск распространения АЧС - высокий.

Направление движения - на север.

Тенденция развития - дальнейшее расползание по ЮФО и СКФО и прилегающим территориям, а также на территории соседних государств – в Украину и Казахстан.

Анализ пространственно-временной группировки случаев позволяет сделать существенный вывод в развитии эпизоотии в регионе: распространение заболевания среди диких кабанов и среди домашних свиней – это два достаточно независимых друг от друга процесса.

Модель распространения - разная [7].

III. Можно констатировать, что антропогенный фактор является лидирующим в распространении заболевания в личных подсобных хозяйствах. Оценка доли ЛПХ в поголовье свиней соответствующих территорий позволяет выделить территории, наиболее подверженные риску возникновения заболевания (Саратовская, Воронежская, Тамбовская, Пензенская области). Происходит смещение эпидемического центра АЧС по территории РФ [7].

IV. Прогноз - скорее пессимистичный, в связи, во-первых, с отсутствием понимания серьезности эпизоотической ситуации среди общественности и ветеринарных специалистов, во-вторых, с отсутствием единой программы по искоренению АЧС в РФ, обеспеченной законами и поддерживаемой финансами [7].

V. Задачи, требующие немедленного разрешения:

Выявлены следующие основные вызовы и риски, проявившиеся в процессе распространения африканской чумы свиней на территории Российской Федерации в период 2007-2010 гг.:

- отсутствует Федеральная программа борьбы с АЧС
- отсутствует план эмерджентных действий
- инструкция по борьбе и профилактике заболевания требует обновления
- инструкции для дикой фауны нет
- не разработан план по восстановлению поголовья после вспышки
- нет средств обеспечения жестких карантинных мер
- нарушения в обеспечении биобезопасности ферм
- отсутствует система раннего выявления заболевания
- не работает система быстрого реагирования на вспышку
- отсутствует система идентификации стад/животных
- не отслеживается движение животных/продукции
- низкий уровень кооперации владельцев, ветеринарной службы и администрации территорий
- использование пищевых отходов в корм свиньям
- свободновыгульное содержание свиней
- не изучена роль диких кабанов в распространении АЧС
- наличие в стране клещей рода *Ornithodoros eraticus*
- наличие механических переносчиков – кровососущих мух [7].

Основными причинами стремительного распространения возбудителя в РФ являются антропогенный фактор, особенно в ЛПХ и потенциал природной очаговости болезни [21,12].

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Для искоренения АЧС на территории России, при наличии финансирования, необходимо создание федеральной межведомственной целевой программы по борьбе с АЧС, утверждение правил содержания свиней, вне-

дрение электронной системы выдачи ветеринарных сопроводительных документов, организация охотничьего контроля и надзора и обеспечению эпизоотического благополучия диких животных, повышение ответственности за нарушение ветеринарного законодательства [6].

Для успешной борьбы необходимы также научно обоснованная оценка рисков и прогнозирование, научно обоснованный мониторинг и регионализация. Постоянный мониторинг необходим для выявления возможного хронического течения, а также для подтверждения свободы территории от заболевания. Необходимо задействовать и социологическую науку, чтобы проанализировать и объяснить социальные движущие факторы и пути коммуникации с обществом и владельцами свиней. Всё это позволит актуализировать нормативные документы и дать действительно эффективные и экономически обоснованные рекомендации по искоренению АЧС, предложить новые средства профилактики [12].

Проблема эпизоотологического мониторинга и ликвидации АЧС в нашей стране является сложной задачей ветеринарной медицины, обусловленной не всегда правильным выбором ликвидационных мер, основанных на устаревшей нормативно-правовой базе в отношении диагностических, профилактических и эрадикационных мероприятий [16].

ОСОБЕННОСТИ ГИС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭПИЗОТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ

Практическая значимость проблемы АЧС дает основание разрабатывать широкий подход к эпизоотологическому мониторингу и эпизоотологическому надзору. Эпизоотологический мониторинг на основе автоматизированного сбора, централизованной обработки, анализа эпизоотологической информации, предусматривает слежение за эпизоотической ситуацией и ее оценку для формирования оптимальных противозпизоотических мероприятий [26].

Контроль ситуации по инфекционным болезням животных включает в себя мониторинг показателей эпизоотической ситуации (эпизоотологический надзор), эпизоотологическое прогнозирование и оценку рисков, эпизоотологическое картографирование, а также формирование ветеринарной отчетности. Оперативность и полнота исходных данных (показателей), своевременность формирования отчетности и выявления факторов рисков, а также наглядность представления эпизоотической ситуации обеспечиваются при создании комплексной информационно-аналитической системы мониторинга и обеспечения ветеринарного контроля [18,33].

Ветеринарное благополучие животноводства напрямую связано с эпизоотическим благополучием. В нашей стране геоинформационные системы (ГИС) находят все более широкое применение для изучения и мониторинга инфекционных болезней [9,30,3,38,22]. Поэтому эпизоотологический мо-

мониторинг африканской чумы свиней, сбор ветеринарно-значимой информации, её анализ и картографирование с помощью ГИС и учетом региональных особенностей, представляет собой научный и практический интерес.

Разработанная региональная комплексная автоматизированная система мониторинга (Система мониторинга) предназначена для анализа и мониторинга угроз и развития инфекционных болезней сельскохозяйственных животных с отображением ветеринарно-значимых объектов, их экономических связей, зон распространения болезней и угрожаемых зон в геоинформационной системе (ГИС) профильного Комитета правительства субъекта (Ленинградской области).

В разработанной Системе мониторинга формируются электронные паспорта ветеринарно-значимых объектов как динамические информационные объекты, включающие набор сведений, необходимый и достаточный для анализа эпизоотической ситуации и принятия управленческих решений. Для обеспечения визуализации состояния ветеринарно-значимых объектов, формирования отчетности в Системе мониторинга реализованы следующие технологии: система электронного документооборота (СЭД), многопараметрический анализ данных (OLAP), геоинформационная система (ГИС) с распределенным доступом к данным электронных паспортов и технологией криптозащиты данных, передаваемых по сетям общего пользования, а также использованием свободного программного обеспечения (СПО) и безопасных информационных технологий [32,33,34,40,41,35].

Разработанная Система мониторинга, с одной стороны, объединяет в себе подсистему анализа первичных данных, подсистему ведения нормативно-справочной информации и формирования отчетности, а также ГИС, оперирующей с атрибутивными характеристиками ветеринарно-значимых объектов, с другой стороны, функционирует по разным алгоритмам на определенных стадиях ветеринарных мероприятий на контролируемой территории. Система мониторинга включает в себя: 1) стадию статистического анализа; 2) стадию предотвращения заноса возбудителей болезней на защищаемую территорию; 3) стадию ликвидации вспышки инфекционной болезни.

Длительное время изучение влияния различных факторов на поддержание эпизоотического процесса осуществлялось с помощью работы с бумажными картами. В настоящее время структурированная персонализированная информация на уровне субъекта Российской Федерации собирается и обрабатывается с пространственной привязкой (местоположение больных животных, места отбора проб и др.) и временной привязкой (дата заболевания, дата лечения, выздоровления и др.). Средства электронного картографирования на основе геоинформационных систем (ГИС) расширяют возможности использования географического метода для анализа распространения эпизоотических очагов, выявления закономерностей существования и циркуляции возбудителей [24].

Однако, несмотря на возрастающую востребованность, применение геоинформационных технологий в различных прикладных областях часто сдерживается по ряду причин: во-первых, программное обеспечение ГИС является весьма дорогостоящим, а используется во многих задачах лишь частично. Во-вторых, необходимость интеграции ГИС с другими технологиями и программными системами, что в результате приводит к завышенным требованиям к ресурсам компьютеров и неудобствам в работе из-за отсутствия единого интерфейса. В-третьих, это необходимость адаптации программных средств ГИС под узкопрофильные требования пользователя, что влечет за собой повышение стоимости конечного продукта [8, 35,42].

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИС

В последнее время во всем мире, в том числе и в России активно развиваются *клиент-серверные технологии* и *WEB сервисы*, предназначенные для геоинформационного обеспечения широких групп потребителей картографической, спутниковой, тематической и другой пространственно-протяженной информацией. Все более растущая потребность в пространственных данных обусловлена необходимостью проведения аналитических исследований динамики развития территориальных процессов, что в свою очередь определяет совокупность требований к доступности геоинформационных WEB приложений и составу пространственных данных для решения локальных, региональных и глобальных задач управления, планирования и развития территорий.

Целью разработанной Системы мониторинга эпизоотической ситуации по африканской чуме свиней на примере территории Ленинградской области является:

- создание доступных недорогих пространственных инструментов для пользователей, занимающихся устойчивым управлением и анализом эпизоотической ситуации в регионе, принятием решений по ликвидации и восстановлению благополучной эпизоотической ситуации после завершения всех противоэпизоотических мероприятий в эпизоотическом очаге;
- прикладное использование ГИС в эпизоотологии различных болезней, входящих в перечень особо опасных и имеющих место на территории Российской Федерации (в том числе африканская чума свиней), связанное с использованием совокупности пространственных данных для анализа и прогноза развития эпизоотической ситуации в регионе.

При этом исходными характеристиками являются данные для набора «тематических слоев»:

- картографические характеристики анализируемого региона (высоту местности, водный баланс и др.),
- дорожная сеть,

- населенные пункты и плотность населения,
- промышленная, сельскохозяйственная деятельность населения,
- гидрография, лесопользование, аэро- и почвенная структура региона,
- нозологическая структура болезней животных,
- количественная структура поголовья с/х, домашних и диких животных,
- пути миграции диких животных и птиц и др.

Для управления и анализа эпизоотической ситуации в регионе, принятия решений по ликвидации и восстановлению после завершения всех работ в очаге эпизоотии требуется наличие *специализированных информационных слоев*, связанных с эпизоотическими характеристиками (плотностями популяций КРС, свиней, птицы, в т.ч. водоплавающей; плотностями популяции диких животных);

характеристиками размещения с/х объектов (полей, ферм, прудов); характеристиками региональных служб (МЧС, МВД, МО, ветеринарной, санитарно-эпидемиологической и др.).

Создание подобных специализированных информационных слоев совместными усилиями всех заинтересованных организаций формирует Базу Данных.

Совокупность первичных данных позволяет в реальном времени построить текущие планы и графики по развитию эпизоотической ситуации. Вводимые мобильными группами ветеринарно-значимые данные служат для интерактивного моделирования текущего эпизоотического состояния региона и формирования текущего и перспективного прогноза развития эпизоотической ситуации.

Наличие в региональном ресурсе пополняемой нормативно-справочной базы, результатов текущего мониторинга, проводимого референтными центрами региона (Управления Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области), позволяет строить достоверные модели, определять необходимые ресурсы и средства для управления эпизоотической ситуацией в регионе.

Одним из таких решений является геоинформационный комплекс «Геосервер Совзонд», состоящий из двух частей - серверной и клиентской. Основной клиент-серверный решение служит аппаратно-программный комплекс (АПК), созданный на базе передовых геоинформационных WEB технологий. Главной особенностью АПК является применение современных программных средств, реализованных на базе свободно распространяемого программного обеспечения (ПО) полностью соответствующего стандартам OGC, не требующего лицензирования, что значительно сокращает затраты на разработку подобных проектов не в ущерб качеству конечного продукта. Разработанные с использованием данного программного обеспечения WEB приложения являются кроссбраузерными, что обеспечивает их надежную работу с различными популярными WEB обозревателями [32,33,34].

В состав серверной части АПК (см. **Рисунок 1 - Структурная схема аппаратно-программного комплекса (АПК)** на 1 странице обложки) входит четыре основных модуля – сервер приложений, сервер баз данных, геосервер и файл-сервер. Сервер приложений служит для размещения клиентского кода WEB приложений, а также управления аппаратно-программным комплексом в целом и реализован на программном обеспечении Apache HTTP-сервер. Apache является кроссплатформенным ПО, и поддерживает различные операционные системы GNU/Linux, BSD, Mac OS, Microsoft Windows, Novell NetWare, BeOS. Основными достоинствами Apache считаются надёжность и гибкость конфигурации. Он позволяет подключать внешние модули для предоставления данных, использовать разные системы управления базами данных (СУБД), модифицировать сообщения об ошибках и т. д.

Сервер баз данных предназначен для сбора, хранения и передачи по запросам от сервера приложений служебной, атрибутивной и геопространственной информации. Основой программного обеспечения для этого сервера служит СУБД PostgreSQL свободная объектно-реляционная система управления базами данных с геостранственным модулем расширения PostGIS, предназначенным для работы с географическими объектами PostgreSQL.

Геосервер это перспективный, активно развивающийся открытый картографический web-сервер, предназначенный для структурирования пространственных данных, обеспечения администрируемого доступа к ним и публикации в интернет среде растровой и векторной геоинформации, хранимой в форматах, поддерживаемых популярными геоинформационными системами. Геосервер работает на основе стандартов Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS) и Web Map Service (WMS), через которые можно запрашивать и загружать геопространственные данные не только для геоинформационного комплекса, но и для современных коммерческих ГИС.

Файл-сервер это выделенный сервер, оптимизированный по скорости для выполнения файловых операций ввода-вывода. Он предназначен для хранения файлов любого типа и обладает большим объемом дискового пространства.

Размещаемые на сервере приложений коды клиента, по сути, представляют собой программную реализацию интерфейсов пользователей, разработанных на HTML и объектно-ориентированном скриптовом языке программирования JavaScript с использованием специализированных библиотек OpenLayers, ExtJS, jQuery и т.п. На основе этих языков выполнена клиентская часть геоинформационного комплекса «Геосервер Совзонд», представляющая собой достаточно удобный, интуитивно понятный интерфейс, предназначенный для обеспечения доступа пользователя ко всему функционалу WEB приложения.

Одной из главных задач полноценного функционирования геоинформационного комплекса является обеспечение информационной безопасности его работы. В связи с этим на серверах комплекса внедряется система информационной безопасности, которая обеспечивает:

- **конфиденциальность:** администрируемый доступ к информации только авторизованных пользователей;
- **целостность:** достоверность и полноту информации и методов ее обработки;
- **доступность:** санкционированный доступ к информации и связанным с ней активам авторизованных пользователей.

Разработанная Система мониторинга обеспечивает безопасный доступ удаленных пользователей по публичным каналам связи благодаря использованию шифрования в протоколах передачи данных. Функциональная интеграция позволяет достигать высокого уровня защищенности при минимизации затрат на внедрение [32,33,34] .

Разработка системы обеспечения информационной безопасности осуществляется с учетом действующего законодательства Российской Федерации (ФЗ "О персональных данных", ГОСТ 51275-99, ГОСТ Р 51624-2000, ГОСТ Р 51583-2000 и др.), в том числе нормативных актов, гармонизированных с международными стандартами (например, ИСО/МЭК 15408 – 2002, ГОСТ Р ИСО/МЭК 17799-2005 и др.), а также нормативных актов ФСТЭК и ФСБ России.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОБОДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (СПО) В РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

В соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. N 2299-р: федеральные органы исполнительной власти и бюджетные учреждения переходят на использование *свободного программного обеспечения* (СПО), т.е. с «открытым кодом», позволяющим бесплатно пользоваться данным программным обеспечением [32,33,34]. Ветеринария, как бюджетная структура, обязана использовать в перспективных разработках ГИС-системы на основе СПО.

Большим достоинством разработанной Системы мониторинга является максимальное использование свободного программного обеспечения (СПО) и безопасных информационных технологий [33].

Наиболее разработанными и имеющими сопровождение сообщества, свободными программными обеспечениями являются GvGIS и QGIS, которые обеспечивают поддержку форматов и данных, соответствующих GIS систем. GvGIS наиболее близка по интерфейсу к коммерческой ГИС ArcGIS, что упрощает портирование данных на СПО и может быть с успехом использовано для клиентской части комплекса.

Обмен информации в данных системах обеспечивается по ГОСТ Р ИСО/МЭК 26300-2010, который определяет форматы обмена информации в офисных документах, включая текстовые документы, электронные таблицы, диаграммы и графические документы (рисунки и презентации), но не ограничивается этими типами документов ГОСТа.

ГИС обеспечивает высокий уровень информативности, необходимый для редактирования документов, описывает структуры XML для офисных документов и достаточно просто изменяется с помощью XSLT или схожих инструментов, основанных на XML.

Выбор приложения для комплексного исследования эпизоотологической информации методами пространственного анализа должен быть проведен с учетом:

знаний и запросов различных групп пользователей ГИС и нацелен на пользователей,

минимальных базовых знаний и навыков в сфере ГИС.

На основании анализа рынка GIS-приложений, разрабатываемых в России, QGIS был определен как рекомендуемое программное обеспечение [32,34,23,24,27].

ПРИНЦИП ФОРМИРОВАНИЯ И ПОПОЛНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СРЕДЕ ГИС

На первом этапе формирования компьютерной базы данных нами по официальным источникам был изучен опыт использования ГИС технологий в картографировании случаев возникновения АЧС в регионах РФ и выявления особенностей для территории, подлежащей изучению. Для Северо-Западного федерального округа, как и для других регионов, это прежде всего применение геоинформационных методов в области эпизоотологического анализа в информационно-аналитическом центре (ИАЦ) Управления государственного ветеринарного надзора.

Техническая база данных представляет собой организованный табличный массив данных, как правило, в форматах *.mdb, *.gdb, *.dbf, содержащий, помимо числовых, либо текстовых значений соответствующих величин, также их географическое положение. В случае точечных данных (локализация вспышек заболеваний, населенных пунктов, ферм и т. Д.) географическое положение задается парой географических координат (широта и долгота). В случае площадных (полигональных) данных географическая привязка осуществляется по названиям страны, области, района и т. Д. Интерфейс этой базы данных на интернет-сайте ОИЕ предоставляет доступ к требуемой пользователю статистике по заболеваниям животных во всем мире, включающей экстренные, месячные, полугодовые и годовые уведомления о случаях нотифицируемых болезней в странах-участницах ОИЕ. Кроме того, доступна информация о численности населения страны, ветеринарных службах, вакцинации животных и т.д. Вся представленная информация хранится на сервере ОИЕ в виде баз данных по болезням и по странам [47,5].

Визуализацию информации осуществляют с помощью отображения на карте локализации случаев выбранного заболевания в выбранной стране, либо отображения информации о населении, популяции животных и т.п. с помощью цветовой линейки.

В качестве геоинформационной системы, используемой для отображения данных, используется «ArcGIS», которая является стандартом для всех стран, входящих в ОИЕ, и для большинства научных учреждений по всему миру.

Второй этап предусматривает использование ГИС в эпизоотическом анализе: для разработки критериев районирования энзоотических территорий, оценки динамических качественных и количественных изменений эпизоотического процесса АЧС, определения влияния социально-экологических особенностей территории на эпизоотический процесс. На этом этапе необходимо сформулировать задачи анализа, которые впоследствии будут выполнены программным комплексом.

Эпизоотическое районирование осуществляется для дифференцирования территорий по степени риска осложнения эпизоотической обстановки с целью планирования противоэпизоотических мероприятий. Несмотря на то, что используемые в настоящее время методики районирования обеспечивают основные цели эпизоотического надзора [12], остается актуальным увеличение пространственной точности и научной обоснованности дифференциации ветеринарно-значимых данных на основе количественных методик оценки эпизоотологического риска.

Для повышения разрешающей способности и объективности районирования рекомендуется метод, основанный на оценке критериев эпизоотологического риска и кластерном анализе эпизоотологических данных, с пространственной привязкой к территориальным участкам [15,25,37].

Форма сплошного регулярного покрытия, состоящая из правильных шестиугольников, представляется наиболее целесообразной. При построении слоя правильных шестиугольников, определяющим параметром является длина ребра, которая и определяет площадь фигуры. При построении сетки полигонов стандартных участков может быть выбрана форма шестиугольника с соответствующей длиной ребра и определенной площадью. Это позволяет с помощью ГИС разделить всю исследуемую территорию на множество участков, равных между собой по размеру и площади. Путем пространственного соединения на сетку полигонов накладывают информацию по населенным пунктам, фермам и неблагополучным районам, при этом данные о численности населения и о сроках болезни записываются (см. рис. 2 на второй стр. обложки) в атрибутивные поля таблицы [15].

ГИС в эпизоотическом анализе предусматривает кластерный анализ, основное назначение которого состоит в дифференцировании выборки объектов на подмножества (кластеры), так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались. Сходство территорий по совокупности признаков в составе кластера определяется в ходе многомерной статистической процедуры.

Прогностическая ценность кластеров состоит в том, что территории в составе одного кластера стабильно сохраняют эпизоотологическую значимость, что в свою очередь позволяет успешно прогнозировать эпизоотическую обстановку в будущем [15].

Интерпретация эпизоотологической значимости слоя и визуализация этой информации с помощью ГИС технологий позволяет создавать карты эпизоотологического риска (см. рис. 3 на второй стр. обложки).

Метод эпизоотологического районирования на основе кластеризации территориальных участков демонстрирует высокую пространственную точность, и эпизоотологические карты, полученные этим методом, обладают высокой прогностической ценностью.

Задачи к предстоящему решению вышеописанных проблем посредством программного комплекса формулируют следующим образом:

определяют и выводят на картографическую основу ветеринарно-значимые показатели с использованием дополнительных расчетов в базе данных и возможностей ГИС:

1. Общее поголовье свиней в 5-километровой зоне.
2. Общее поголовье свиней в 20-километровой зоне.
3. Список животноводческих хозяйств в 5- и 20-километровых зонах.
4. Участки магистралей (автомобильных и железнодорожных), проходящих через эти зоны, пересечение границ буферных зон с магистральями.
5. Реки, проходящие через охранные (буферные) зоны.
6. Количество животноводческих хозяйств, попадающих в охранные (буферные) 5-километровые зоны вдоль федеральных трасс.

Эти задачи анализа решаются средствами библиотек расширений клиентского приложения QuantumGIS и не требуют дополнительных расчетов на стороне сервера.

На *третьем этапе* создают базы данных (атрибутивные таблицы) с географической привязкой изучаемых явлений, необходимых для реализации задач, поставленных на втором этапе и проведения картографирования. На этом этапе сведения из имеющихся баз данных импортируются в атрибутивные таблицы ГИС, на основе которых создаются ГИС-слои с последующим нанесением на свободную картографическую основу Open Street Map(OSM).

К ветеринарно-значимым объектам, существенным для решения поставленной задачи, следует отнести:

1. Места содержания свиней (свинарники),
2. Юридических лиц (хозяйства, предприятия) различного профиля и формы собственности,
3. Ветеринарные учреждения (лечебницы, лаборатории и т. п.),
4. Убойные пункты,

5. Скотомогильники,

6. Места утилизации биологических отходов.

Хозяйство, как правило, имеет стандартные характеристики в виде юридического адреса (индекс, населенный пункт, улица, номер строения). Населенный пункт и объект административно-территориального деления определяется кодом общероссийского классификатора административно-территориальных образований (ОКАТО). В населенном пункте может быть несколько хозяйств, в составе хозяйства может быть несколько свинарников, свинарники одного хозяйства могут быть в нескольких населенных пунктах.

В процессе мониторинга эпизоотической ситуации по АЧС осуществляется фиксация таких параметров поголовья в свинарниках, как общее поголовье, количество свиноматок, количество хряков, количество поросят на отъеме, количество поросят на откорме, количество народившихся поросят за отчетный период, общий падеж за отчетный период и падеж поросят за отчетный период.

Географическая привязка (с указанием долготы и широты местности) требуется для следующих ветеринарно-значимых объектов:

- места содержания свиней (свинарники);
- ветеринарные учреждения (лечебницы, лаборатории и т.п.);
- убойные пункты;
- скотомогильники;
- места утилизации биологических отходов.
- фиксированные вспышки заболевания (очаг).

Для анализа экономических последствий вспышек АЧС, с целью формирования структуры хозяйственных связей, требуется также выделять из общего количества предприятий те, которые связаны с хозяйством, в котором обнаружен эпизоотический очаг, обязательствами по поставке /вывозу свиней из пораженного хозяйства с целью дальнейшего выращивания или переработки.

Ниже приводятся названия таблиц 1-12 (к каждому имени которых автоматически добавляется префикс *Szokr*), имена полей, типы ветеринарно-значимых данных в соответствии с типами данных PostgreSQL/PostGIS и пояснения о назначении каждого поля.

Таблица 1 - Названия районов

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	okato	varchar(15)	Код ОКАТО
2.	name	varchar(120)	Название района
3.	region	varchar(30)	Название области (постоянное значение «Ленинградская область»)

Таблица 2 - Названия муниципальных образований

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	okato	varchar(15)	Код ОКАТО
2.	name	varchar(120)	Название муниципального образования
3.	district_id	integer	Район: код района по таблице районов

Поле «Район» используется для вывода справочника районов (выбор района из имеющегося списка)

Таблица 3 - Кодирование муниципальных образований

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	okato	varchar(15)	Код ОКАТО
2.	name	varchar(120)	Название населенного пункта
3.	district_id	integer	Район: код района по таблице районов
4.	county_id	integer	Волость: код муниципального образования по таблице муниципальных образований

Населенный пункт не обязательно находится в подчинении волости муниципального образования, есть населенные пункты районного подчинения (районные центры и другие).

Таблица 4 - Специальные ветеринарные учреждения

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	profile	varchar(120)	Специализация ветучреждения (клиника, лаборатория, СББЖ и т.п.)

При описании ветеринарных учреждений поле «Район» является обязательным и выбирается из справочника, ветеринарное учреждение характеризуется адресом (поля «Индекс», «Населенный пункт» и «Адрес»), поэтому поле «Населенный пункт» является обязательным и выбирается из справочника населенных пунктов, дополнительно указывается телефон (необязательное поле). Специализация ветеринарного учреждения является необязательным полем.

Таблица 5 - Поля координат геометрии

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	name	varchar(120)	Название учреждения
2.	labtype_id	integer	Специализация: код вида ветучреждения по таблице видов ветучреждений
3.	zipcode	varchar(15)	Почтовый индекс
4.	place_id	integer	Населенный пункт: код населенного пункта по таблице населенных пунктов
5.	addr	varchar(120)	Адрес (улица, номер строения)
6.	phone	varchar(15)	Номер телефона
7.	district_id	integer	Район: код района по таблице районов
8.	geom	object	Поле геометрии (координат) для PostGIS

Таблица 6 - Специализация хозяйства

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	profile	varchar(120)	Специализация хозяйства

С учетом того, что в составе (на территории) крупных хозяйств могут быть места утилизации биологических отходов и скотомогильники, перед описанием таблицы хозяйств опишем таблицы по этим ветеринарно значимым объектам.

Таблица 7 - Наличие скотомогильника

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	ttype	varchar(120)	Вариант скотомогильника (обычный или сибирезвенный)

Поскольку наличие скотомогильников и мест утилизации биологических отходов на территории хозяйства не является обязательной принадлежностью хозяйства, указание хозяйства из справочника хозяйств при вводе данных по таким объектам не является обязательным.

Таблица 8 - Поля координат геометрии скотомогильника

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	descr	text	Описание скотомогильника
2.	name	varchar(120)	Название
3.	ttype_id	integer	Вариант: код варианта скотомогильника по таблице вариантов
4.	farm_id	integer	Хозяйство: код хозяйства по таблице хозяйств
5.	geom	object	Поле геометрии (координат) для PostGIS

Таблица 9 - Вариант места сбора и утилизации биологических отходов

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	mtype	varchar(120)	Вариант места утилизации биоотходов котел Лапса, (трупосжигательная печь, биотермическая яма, утильзавод)

(Под термином «крематоры» здесь понимаются все места утилизации биологических отходов)

Таблица 10 - Поля координат геометрии места сбора и утилизации биологических отходов

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	descr	text	Описание скотомогильника
2.	name	varchar(120)	Название
3.	mtype_id	integer	Вариант: код варианта места утилизации биоотходов по таблице вариантов
4.	farm_id	integer	Хозяйство: код хозяйства по таблице хозяйств
5.	geom	object	Поле геометрии (координат) для PostGIS

Количество скотомогильников и мест утилизации биологических отходов на территории хозяйства вычисляется на основании данных из соответствующих таблиц, если для конкретных объектов значения в поле *farm_id* совпадают со значениями *id* (ключа) хозяйств в табл.11.

Данные по поголовью свиней в хозяйствах собираются не чаще одного раза в месяц, количество павших и народившихся голов животных измеряется за отчетный период (с прошлого сбора данных). В связи с достаточно большим временем между датами контроля поголовья использовать такие данные для обнаружения очагов заболеваний на ранних этапах развития не представляется возможным.

На четвертом этапе происходит реализация алгоритмов анализа и визуализации ветеринарно значимой информации на программной платформе СПО Quantum Gis.

Таблица 11 - Обобщение сведений о хозяйстве в базу PostGIS

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	descr	text	Описание хозяйства
2.	name	varchar(120)	Название хозяйства
3.	farmtype_id	integer	Специализация: коды специализации
4.	kind_id		Вариант: код варианта хозяйства по таблице вариантов
5.	zipcode	varchar(15)	Почтовый индекс
6.	place_id	integer	Населенный пункт: код населенного пункта по таблице населенных пунктов
7.	addr	varchar(120)	Адрес (улица, номер строения)
8.	phone	varchar(15)	Номер телефона
9.	district_id	integer	Район: код района по таблице районов
10.	county_id	integer	Волюсть: код муниципального образования по таблице муниципальных образований
11.	master	varchar(120)	Владелец хозяйства (юридическое или физическое лицо)
12.	muffel	integer	Количество крематоров (мест утилизации биоотходов)
13.	thombs	integer	Количество скотомогильников

Таблица 12 - Данные в PostGIS о движении поголовья

№ п/п	Имя поля	Тип данных	Назначение
1.	id	integer	Первичный ключ (код)
1.	descr	text	Описание свиарника
2.	name	varchar(120)	Название свиарника
3.	farmt_id	integer	Хозяйство: код хозяйства по таблице хозяйств
4.	firewall	boolean	Наличие дезбарьера (Да/Нет)
5.	var_died	real	Доля (процент) падежа к стаду в обороте
6.	var_pdied	real	Доля (процент) павших поросят
7.	var_pborn	real	Доля (процент) народившихся поросят
8.	pig_source_id	integer	Источник ввоза: код предприятия, из которого поступают свиньи
9.	pig_think_id	integer	Потребители на откорм: код предприятия, куда отправляются поросята для выращивания
10.	think_realize_id	integer	Потребители на переработку: код предприятия, куда отправляются свиньи
11.	nutr_source_id	integer	Источники кормов: код предприятия поставщика кормов
12.	geom	object	Поле геометрии (координат) для PostGIS

Для обеспечения корректного отображения расстояний и площадей необходимо задать систему координат. Для территории Северо-Западного федерального округа такой проекцией может быть трехградусная зона в проекции Гаусса-Крюгера ([http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/1148/ Гаусса](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_geolog/1148/Гаусса)), а именно система координат Pulkovo 1995 / 3-degree Gauss-Kruger CM 30E (EPSG:2702, <http://www.spatialreference.org/ref/epsg/2702/>).

В такой проекции на территории СЗФО обеспечиваются минимальные искажения расстояний и площадей, а координатная сетка может считаться прямоугольной.

Первым шагом построения модели является определение входных величин (рис.4). В рассматриваемом примере таковой входной величиной является векторный слой (Vector layer) типа «точка». При щелчке на строке «Vector layer» на вкладке «Inputs» запрашиваются параметры исходного слоя

Имя слоя («Parameter name») в диалоге, показанном на рис.4, следует воспринимать как имя переменной. Этой переменной будет присвоено конкретное значение (сопоставлено имя реального слоя) при запуске модели на выполнение.

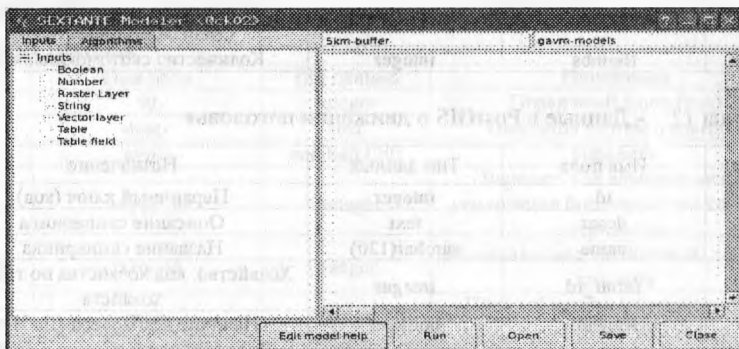


Рисунок 4 - Окно построения моделей

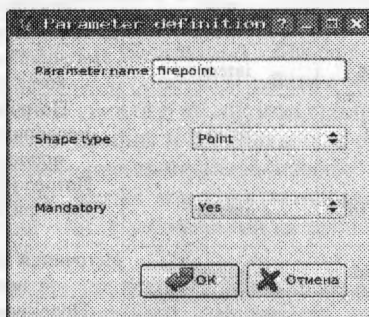


Рисунок 5 - Определение входного векторного слоя

Заданный входной слой отображается в поле схемы модели (справа на рис.6), и для входных данных можно выбрать алгоритм их обработки (вкладка «Algorithms» в SEXTANTE modeler).

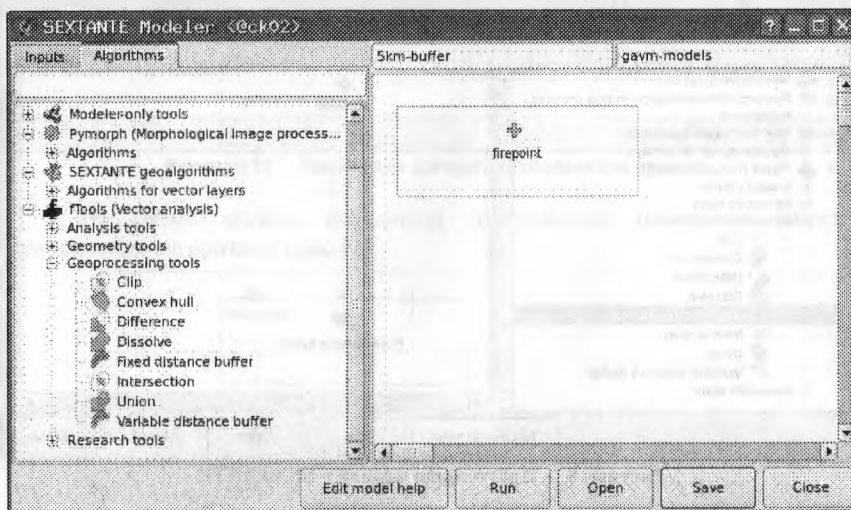


Рисунок 6 - Входной слой и панель выбора алгоритма

Для построения буферной зоны нужен алгоритм «Fixed distance buffer», после выбора которого требуется определить параметры построения буферной зоны (рис.7), указав входной слой (как переменную), необходимость использовать только выделенные объекты слоя, размер буферной зоны в единицах слоя (в рассматриваемом случае - 5000 м), а также имя векторного слоя для вывода результатов построения.

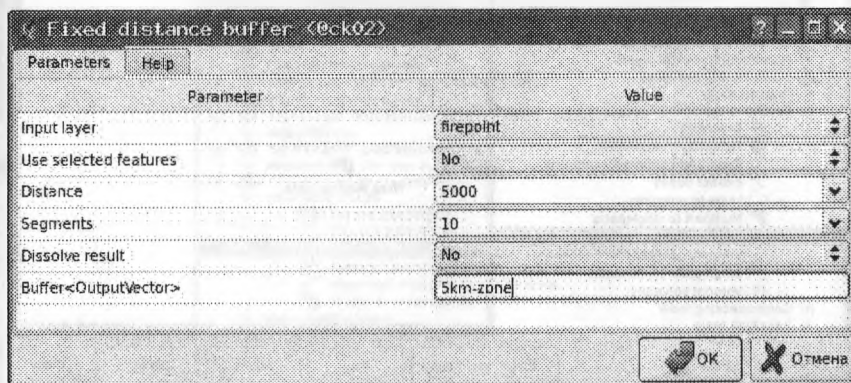


Рисунок 7 - Диалог настройки алгоритма

После определения параметров алгоритма в поле схем модели появляется связь между этапами работы модели (рис. 8).

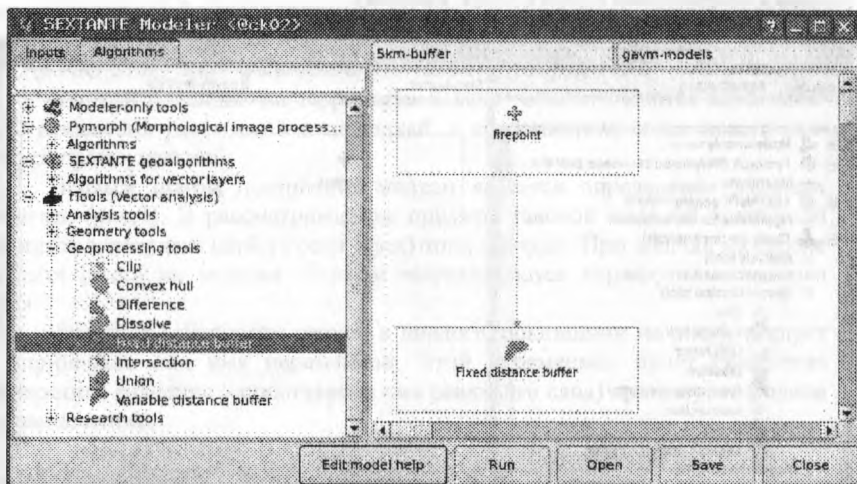


Рисунок 8 - Простейшая модель в SEXTANTE

Далее у буферной зоны следует выделить границу, что обеспечивается последующим выбором алгоритма «Polygons to lines» (рис.9).

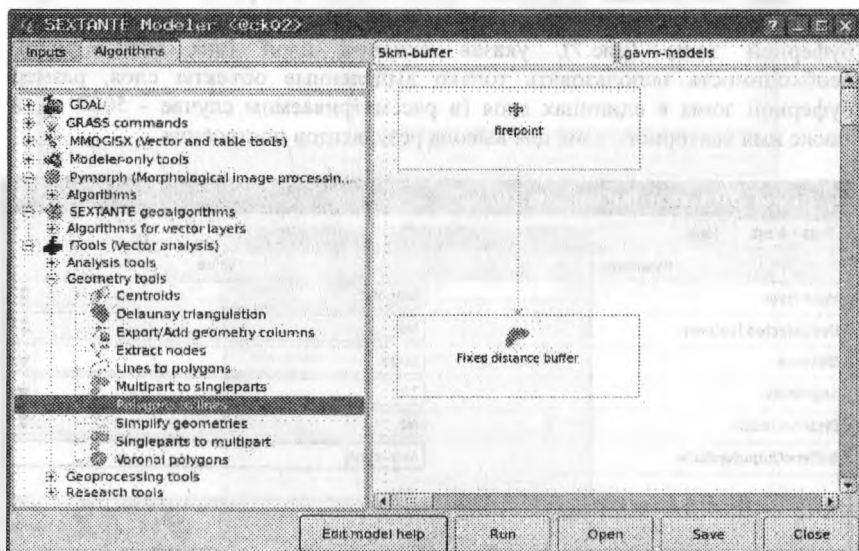


Рисунок 9 - Добавление алгоритма в модель

Для следующего алгоритма также требуется указать параметры, причем входными данными для него будут результаты работы предыдущего алгоритма (рис. 10).

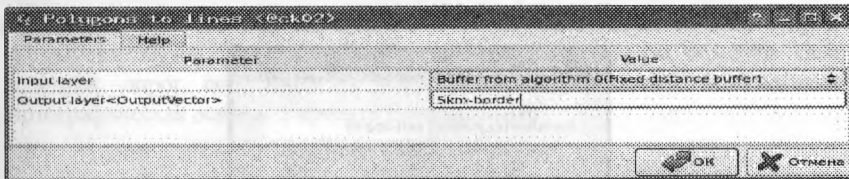


Рисунок 10 - Настройка алгоритма выделения границ

На схеме модели появляется отображение последовательности выполнения алгоритмов (рис. 11).

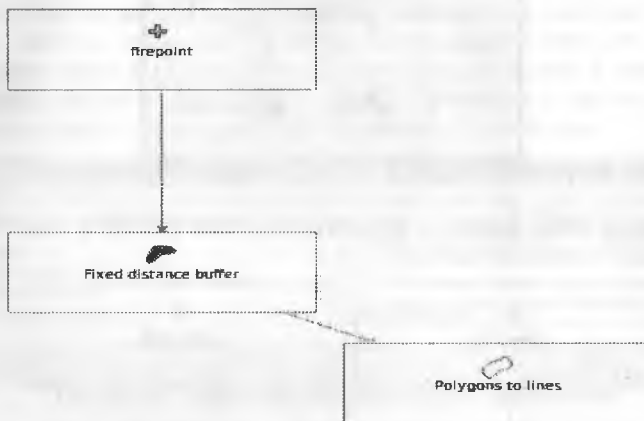


Рисунок 11 - Модель с последовательно работающими алгоритмами

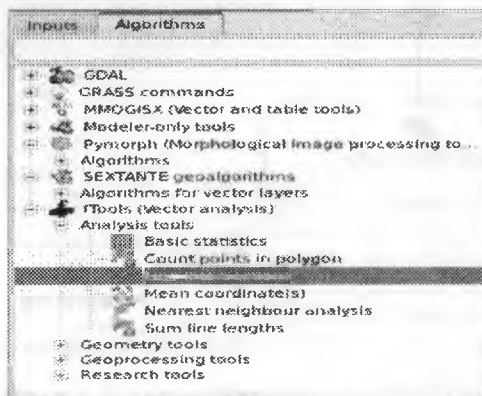


Рисунок 12 - Выбор алгоритма для поиска пересечений

Для определения пересечений границ буферной зоны с объектами в слоях железных дорог, автомобильных дорог и рек требуется использовать алгоритм «Line intersections» (рис.12) и добавить в модель соответствующие входные слои типа «Линия» (рис. 13).

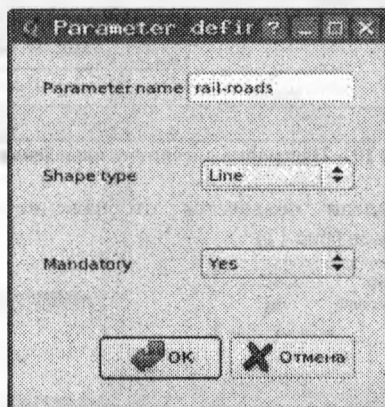


Рисунок 13 - Определение слоя для поиска пересечений

Пример схемы модели с добавленным слоем железных дорог показан на рис. 14.

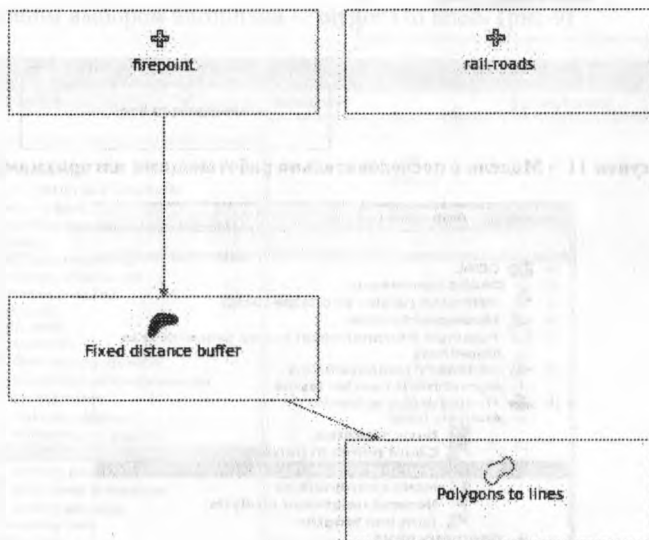


Рисунок 14 - Модель с двумя входными векторными слоями

Для настройки работы алгоритма поиска пересечений слоев требуется указать атрибуты, идентифицирующие объекты слоя. Для слоев, создаваемых QGIS, таким атрибутом является значение поля id, а для заимствованных слоев картографической основы определить название такого поля можно, открыв таблицу атрибутов. Как видно на рис. 15, идентификаторы объектов слоя железных дорог содержатся в поле OSM_ID (поскольку использована картографическая основа из проекта OpenStreetMap).

Таблица атрибутов — Железные (1377 объектов)

	OSM_ID	NAME	RAILWAY	SOURCE
0	51525948		rail	
1	60981284		tram	
2	121913710		platform	

Рисунок 15 - Атрибуты слоя отображения железных дорог

Для алгоритма поиска пересечений указываются слои, для объектов которых ищется пересечение и поля, идентифицирующие эти объекты. Указывается также имя файла (нового слоя) для сохранения и отображения полученных результатов (рис.16). Одним из параметров алгоритма является результат работы алгоритма выделения границ буферной зоны.

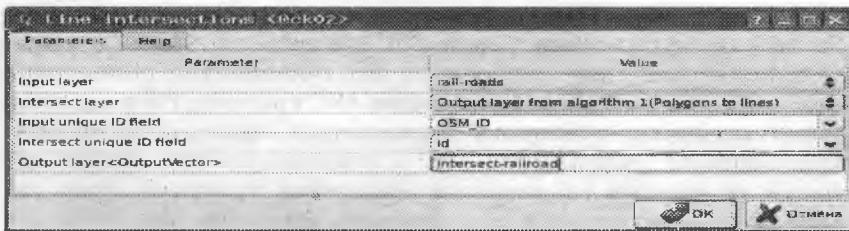


Рисунок 16 - Настройка алгоритма поиска пересечений

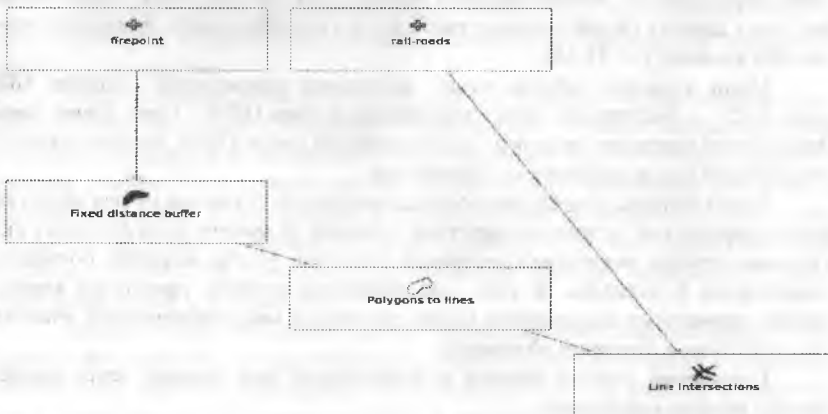


Рисунок 17 - Модель для поиска пересечений буферных зон и железнодорожных магистралей

На рис.17 показана модель для определения пересечений границ буферной зоны с железнодорожными магистралями. На схеме модели видны последовательность работы алгоритмов и взаимосвязь входных данных и результатов.

Внешний вид результатов работы алгоритмов в модели (т. е. свойства вновь создаваемых векторных слоев) задается подключением соответствующих файлов стилей, как показано на рис. 18 (эти файлы стилей должны быть предварительно созданы и сохранены на АРМ пользователя).

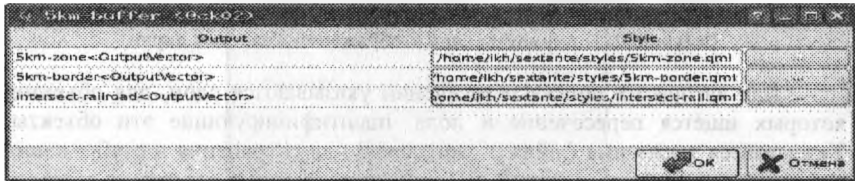


Рисунок 18 - Определение стилей отображения результатов работы модели

Таким образом, принцип формирования и пополнения компьютерных баз данных для применения в среде ГИС включает три этапа. На первом этапе был изучен опыт использования геоинформационных технологий в картографировании случаев возникновения АЧС в регионах РФ и выявления эпизоотологических особенностей для конкретной территории. Второй этап предусматривал использование ГИС в эпизоотологическом анализе: для разработки критериев районирования эпизоотичных территорий, оценки динамических качественных и количественных изменений эпизоотического процесса АЧС, определения влияния социально-экологических особенностей территории на эпизоотический процесс. На третьем этапе были созданы базы данных (атрибутивные таблицы) с географической привязкой изучаемых явлений [32,33,34].

Нами в работе использовано модульное приложение Quantum GIS Lyon 2.12 и бесплатная картографическая основа OSM - Open Street Maps (<https://www.openstreetmap.org>) в программной среде Linux, которая является свободно распространяемым контентом.

Карта интересующего нас участка местности создается путем загрузки картографической основы конкретной области. В макете присутствуют актуальные группы векторных растровых объектов. Чтобы вместить большую территорию и охватить её всю, не используя ручную прокрутку карты, вносят примерные координаты углов диагонали масштабируемого участка (см. рис. 19 на 3 странице обложки).

Сохраняем данные проекта и подключаем базу данных через специальные модули программы.

Далее необходимо создать отметки исследуемого участка, опираясь на текущую эпизоотологическую ситуацию. Рассмотрим это на примере

создания метки в очаге АЧС на территории Лужского района Ленинградской области с использованием значка африканской чумы свиней (рис.20), разработанного на кафедре эпизоотологии ФГБОУ ВО СПбГАВМ (среди значков других инфекционных болезней).



Рисунок 20 - Условное обозначение «африканская чума свиней»

Последовательность действий практически идентична созданию карты:

— меняем стандартный значок QGIS на разработанное нами условное обозначение,

— в диалоговом окне «Слоя» вносим название Лужский район,

— задаем координаты вспышки заболевания в тот или иной временной отрезок на территории Лужского района (выводим в описание метки ссылки на данные официальной отчетности Россельхознадзора (<http://www.fsvps.ru>),

— сохраняем внесенные данные,

— моделируем картографию мероприятий по ликвидации АЧС,

— прогнозируем риски распространения опасной болезни (см. рис. 21 на 3 странице обложки).

При добавлении отметок существуют два поля под данные GPS, а также возможность изменять систему координат проекции. Это делает гибким процесс отображения координат в режиме реального времени, так как нередки случаи, когда фактические координаты GPS не совпадают с координатами широты и долготы карты.

Метки создаются для района лишь в том случае, если диагноз АЧС на его территории подтвержден лабораторными исследованиями в аккредитованном учреждении.

Таким образом, возможно создавать для каждого года отдельную эпизоотологическую карту с целью ретроспективного анализа распространения конкретной болезни (в частности АЧС), наносить на неё ветеринарные отчетные данные, и создавать модель развития эпизоотической ситуации в разрезе лет, чтобы в дальнейшем визуализировать её и прогнозировать эпизоотические риски в режиме реального времени в условиях эпизоотической вспышки путем пополнения базы данных или создания конкретного события с мобильной точки доступа.

Следует особо отметить, что при использовании компьютерной базы данных PostgreSQL в ее модификации PostGIS для применения в эпизоотологическом картографировании и прикладных систем работы с картами Qgis, возможно визуализировать данные ветеринарной отчетности в разрезе лет не только по АЧС, но и по **любой** нозологической единице.

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО АФРИКАНСКОЙ ЧУМЕ СВИНЕЙ

Модель комплексной автоматизированной системы эпизоотологического мониторинга (Система мониторинга) для обеспечения ветеринарного контроля на примере АЧС в Северо-Западном Федеральном округе РФ создана на основе общедоступных Internet карт Google Maps и многопараметрического анализа базы данных геоинформационной системы. При формировании базовой части и программной конфигурации Системы мониторинга на территории Ленинградской области использованы ресурсы хранилища электронных паспортов ветеринарно-значимых объектов. В данной Системе мониторинга формируются электронные паспорта ветеринарно-значимых объектов, как динамические информационные объекты, которые включают набор сведений, необходимых для анализа эпизоотической ситуации и принятия управленческих решений в регионе. Для обеспечения визуализации состояния ветеринарно-значимых объектов, формирования отчетности в Системе мониторинга использованы следующие технологии: система электронного документооборота, многопараметрический анализ данных (OLAP), геоинформационная система (ГИС) Quantum GIS (QGIS) [23,24,33, 35, 40, 42].

Quantum GIS (QGIS) является ГИС с открытым исходным кодом. В настоящее время QGIS работает на большинстве платформ: **Unix, Windows, и OS X**. QGIS разработана с использованием инструментария **Qt** (<http://qt.nokia.com>) и языка программирования **C++**. Это означает, что QGIS легка в использовании, имеет простой графический интерфейс.

Программа QGIS может осуществлять:

- обработку данных в векторном и растровом представлении, одновременный просмотр и совмещение данных в различных представлениях, в том числе и данные в разных форматах и проекциях без преобразования во внутренний или общий формат, включая файлы пространственных данных ESRI (шейпфайлы), спутниковые снимки (img), Qgis, GRASS форматы а также онлайн-пространственные данные, совместимые с OGC (Открытый ГИС-Консорциум) - WMS или WFS,
- создание карт и интерактивное изучение, анализ и экстраполирование пространственных данных с удобным графическим пользовательским интерфейсом,
- редактирование и экспорт/импорт пространственных картографических и иных координатных данных. Это включает в себя данные геообазирования, а также импорт/экспорт данных мобильных GPS с устройств Глобальной Системы Навигации и определения координат (GPS).

На примере мониторинга эпизоотической ситуации по АЧС в Ленинградской области проведена сравнительная оценка технологий взаимодействия геоинформационных систем с компонентами, модулями и плагинами, имеющимися на сегодняшний день, для визуального отображения эпизоотической ситуации на Яндекс- и Google-картах по следующим 6 критериям:

- бесплатность компонентов (лицензия GNU GPL)
- наиболее точное решение поставленной задачи,
- трудоемкость освоения технологии,
- наличие мануалов и общих сведений на русском языке у разработчиков продуктов,
- качество детализации карт,
- возможность доработки и усовершенствования игоговой системы.

Разработанная модель Системы мониторинга, с одной стороны, объединяет в себе подсистему анализа первичных данных, подсистему ведения нормативно-справочной информации и формирования отчетности, а также ГИС, оперирующей с атрибутивными характеристиками ветеринарно-значимых объектов, с другой стороны, функционирует по разным алгоритмам на определенных стадиях ветеринарных мероприятий на контролируемой территории.

Система мониторинга включает в себя:

- 1) стадию статистического анализа;
- 2) стадию предотвращения заноса возбудителей болезней на защищаемую территорию;
- 3) стадию ликвидации вспышки инфекционной болезни.

Исходные данные (сведения о ветеринарных объектах и показатели их состояния) вносятся в Систему мониторинга различными способами:

- 1) с приемников GPS/ГЛОНАСС, путем корректировки или ввода вручную на рабочих местах специалистов, оснащенных ГИС;
- 2) с использованием Web-интерфейса на рабочих местах Редакторов базы данных;
- 3) с использованием Web-интерфейса на рабочих местах Операторов;
- 4) экспортированием напрямую в базу данных электронных паспортов ветеринарно-значимых объектов, данных, сформированных специалистами в ГИС, а также импортом и экспортом данных с использованием форматов электронных таблиц [23,24,32,33,34,35].

Экономическая окупаемость внедрения данного программного обеспечения с компьютерной базой данных на основе LibreOffice для работы в Qgis 12.2 Lyon составляет 2 месяца.

Программная конфигурация Системы мониторинга демонстрирует её работоспособность с учетом оптимальных расходов. Центральная база данных Системы мониторинга, алгоритмы пространственного анализа и прогнозирования охранных зон для очагов АЧС в Северо-Западном федеральном округе, анализ экономических связей ветеринарно-значимых объектов дают возможность своевременной оценки эпизоотических рисков и связанного с ними экономического ущерба от болезни в регионе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В методические рекомендации включены элементы разработки Системы мониторинга эпизоотической ситуации (Системы мониторинга) на модели АЧС в субъекте Российской Федерации - Северо-Западном федераль-

ном округе с применением геоинформационных систем (ГИС) и компьютерной базы данных, позволяющих повысить эффективность комплексной эпизоотологической оценки эпизоотической ситуации на популяционном и территориальном уровне.

Определен принцип формирования базовой части региональной Системы мониторинга, включающей хранилище электронных паспортов ветеринарно-значимых объектов и определена программная конфигурация Системы мониторинга. Спроектирована центральная база данных Системы мониторинга. Разработаны алгоритмы пространственного анализа и прогнозирования охранных зон для очагов АЧС, анализа экономических связей ветеринарно-значимых объектов, оценки возможного экономического ущерба. Проведено эпизоотологическое картографирование для Ленинградской области.

Предложенный комплекс программного обеспечения с компьютерной базой данных на основе LibreOffice для работы в Qgis 12.2 Lyon является наиболее перспективным и рациональным для использования в бюджетных организациях ветеринарных ведомств. Благодаря использованию ГИС на основе свободного программного обеспечения в ветеринарной медицине, возможно, во-первых, проводить мониторинг, анализ и прогнозирование развития эпизоотической ситуации на территории любого субъекта РФ. Во-вторых, возможно сэкономить значительную часть бюджетных средств, потратив эти финансы на обучение специалистов для поэтапного решения комплексных задач по обеспечению эпизоотического благополучия и своевременной подачи ветеринарной информации в вышестоящие органы для быстрого реагирования и купирования эпизоотического очага.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аншба Э.А. Эпизоотология африканской чумы свиней и меры борьбы с болезнью в республике Абхазия: дисс. ... канд. вет. наук. - Владимир, 2013. -153с.
2. Бакулов, И.А. Африканская чума свиней/ И.А. Бакулов -М.: Колос, 1969. - С. 267-290.
3. Белименко, В.В. Оптимизация информационных потоков и цифровизация системы государственного эпизоотологического мониторинга / В.В.Белименко, А.М.Гулюкин, З.А.Махмадшоева// -Ветеринария и кормление. -2018. -№ 7. -С. 19-22.
4. Белянин С.А. Динамика распространения и мониторинг эпизоотического процесса африканской чумы свиней в Российской Федерации: дис. ... канд. вет. наук. -Покров, 2013. -203с.
5. Вольф, В.Т. Алгоритмические принципы в эпизоотологии / В.Т. Вольф, А.С. Донченко и др. // Современные проблемы эпизоотологии. -Новосибирск. -2004. - С. - 59.
6. Герасимов, В.Н. Эпизоотологические особенности африканской чумы свиней в Южном Федеральном округе/ В.Н. Герасимов, Д.В. Колбасов, З.Д. Тотиков, Л.Г. Елкина и др. //ВНПРвВ. -2015. -№1. -С.26- 28.
7. Дудников, С.А. АЧС: сравнительно-географический и сравнительно-исторический анализ/ С.А.Дудников/ Федеральный центр охраны здоровья животных (ФГУ ВНИИЗЖ) ИАЦ Управления ветеринарного надзора.-Владимир, 2011.-29с. /<http://www.fsvps.ru/fsvps/iac>
8. Дышленко, С.Г. Разработка технологии адаптивного проектирования ГИС: дис. ... канд. техн. наук. -Москва, 2011. -131с.

9. Забровская, А.В. Пространственная визуализация данных по выделению и чувствительности к антимикробным препаратам штаммов сальмонелл / А.В.Забровская, И.А.Хахаев, В.А.Кузьмин, Л.А.Кафтырева //Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. -2018. -№ 1. -С. 43-45.

10. Захарова Ю.Н. Анализ влияния распространения африканской чумы свиней на экономику РФ/ Ю.Н. Захарова, А.А. Власенко// Современные технологии в мировом научном пространстве. - 2017. - С. 191-195.

11. Иголкин, А.С. Африканская чума свиней в России: текущая ситуация и меры борьбы / А.С.Иголкин// «Распространение и меры борьбы особо опасных болезней животных и птиц» 5-я Междунар. науч. конф.: сборник материалов конференции. Научно-исследовательский институт ветеринарии. -2016. -С. 104-107.

12. Идиатулин, И.Г. Эпизоотология африканской чумы свиней: противодействие заноса вируса в Ленинградскую область / И.Г.Идиатулин, В.Н.Герасимов //Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. -2016. -№ 4. -С. 52-56.

13. Изотова О.Г. Африканская чума свиней как угроза отечественному свиноводству/ О.Г.Изотова, М.М. Горячева// Современные проблемы инновационного развития науки. - 2017. - С. 274-276.

14. Инструкция по профилактике и ликвидации АЧС, утв. ГУВ МСХ СССР. - 1980г.

15. Кисленко, В.И. Географическая эпизоотология /В.И.Кисленко. -СПб.:Перспект Науки. -2015. -64 с.

16. Колбасов, Д.В. АЧС и пути её решения / Д.В. Колбасов // Farm Animals.-2012.- №1 (сентябрь).-С.20-22.

17. Колбасов, Д.В.Распространение африканской чумы свиней в популяции диких кабанов на территории ФГУ «Сочинский общереспубликанский государственный природный заказник» /Д.В. Колбасов, В.О. Черных, Г.А. Джалилиди и др.//Ветеринария Кубани. -2013. -№4.-С. 25-27.

18. Кузьмин, В.А. Схема и реализация алгоритма действий в системе мониторинга эпизоотической ситуации по АЧС на территории Ленинградской области / В.А.Кузьмин, В.А. И.А.Хахаев, С.А.Чунин, А.В.Святковский // Ветеринарная Практика. -2013.-№ 1(60).- С. 17-21.

19. Куриннов, В.В. Африканская чума свиней - главная проблема для свиноводства России / В.В.Куриннов, Д.В. Колбасов, С.Ж. Цыбанов, А.П. Васильев, В.М. Бальшев, С.А. Белинин и др. // Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие. - 2010.-№3 -С. 82-87.

20. Макаров, В.В. Африканская чума свиней [монография] / В.В. Макаров.-М.: РУДН. -2011. - 269с.

21. Макаров, В.В. Природная очаговость африканской чумы свиней / В.В.Макаров, Ф.И.Василевич, Б.В.Боев, О.И.Сухарев.-М.:МГАВМиБ/РУДН, 2014.-66с.

22. Манин Е.А. Научное обоснование применения ГИС-технологий в эпизоотическом надзоре за бруцеллезом (на примере Ставропольского края): дис. ... канд.мед.наук.-Ставрополь,2012.-117с

23. Методические рекомендации по использованию геоинформационной системы ArcGIS в эпизоотологическом анализе: http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/publications/iac_public12.pdf;

24. Методические рекомендации по картографическому анализу распространения африканской чумы свиней на территории Российской Федерации: http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/publications/iac_public14.pdf

25. Петрова, О.Н. Прогноз по африканской чуме свиней в Российской Федерации //Инфор. бюлл. ФГБУ «ВНИИЗЖ»-Владимир, 2018 -37с.

26. Просвирнин, Г.С. Роль информационных технологий в эпизоотологическом мониторинге африканской чумы свиней/ Г.С.Просвирнин //Матер. 71 конф. студентов,

аспирантов и молодых ученых СПбГАВМ.-СПб.-2017а.-С. 145-147.

27. Просвирнин, Г.С. Использование электронного картографирования на основе ГИС для предупреждения осложнения эпизоотологической ситуации по АЧС в Северо-Западном федеральном округе / Г.С. Просвирнин // Иппология и ветеринария - 2017б. - №3(25). - С. 82-87.

28. Серeda, А.Д. Механизм иммунной защиты и перспективы создания ДНК – вакцин против африканской чумы свиней/ А.Д.Серeda, О.А.Дубровская, Д.В.Колбасов // Сельскохозяйственная биология. -2018. -Т. 53. -№ 4. -С. 860-867.

29. Сидоров, М.А. Африканская чума свиней/ М.А.Сидоров.-С.372-376: в кн Инфекционные болезни животных / Б. Ф. Бессарабов, А. А. Вашутин, Е. С. Воронин и др.: Под ред. А. А. Сидорчука. — М.: КолосС, 2007. — 671 с.

30. Симонова, Е.Г. Использование геоинформационных систем для оценки потенциальной эпизоотолого-эпидемиологической опасности почвенных очагов сибирской язвы / Е.Г.Симонова, М.И.Гулюкин, А.А.Шабейкин, А.М.Гулюкин, С.А.Картавая, С.Р.Раичич // Инфекция и иммунитет. -2017. -№ 8. -С. 215.

31. Сюрин, В. Н. Вирусные болезни животных / В.Н. Сюрин. А.Я. Самуйленко, Б.В. Соловьёв, Н.В. Фомина - М.: ВНИТИБП. 2001.- 928с.

32. Хахаев, И.А. / И.А.Хахаев, В.Ф.Кучинский //Технологии обработки текстовой информации в LibreOffice. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 143 с.

33. Хахаев, И.А. Организация СРД и криптозащиты в проекте ГИС на основе СПО /И.А.Хахаев // Проблема комплексного обеспечения информационной безопасности и совершенствование образовательных технологий подготовки специалистов силовых структур: сборник тез. докл. П-й Всерос. конф. – СПб, 11-12 октября 2012: СПб. НИУ ИТМО, 2012. - С. 10-11)

34. Хахаев, И.А. Свободные программы в проекте ГИС областного масштаба / И.А.Хахаев // Свободное программное обеспечение в высшей школе: Тез. докл. VIII-й конф. - Переславль-Залесский, 26-27 января 2013. - М.: ALT Linux, 2013. - С. 45-47.

35. Цветков, В.Я. Информационные технологии в управлении./ В.Я.Цветков.- М.: Московский государственный университет геодезии и картографии, 2008.- 110 с.

36. Черных, В.О.Эпизоотологические особенности, диагностика, меры профилактики и ликвидации африканской чумы свиней в Краснодарском крае: дис. канд. вет. наук - Ставрополь, 2013.-210с.

37.Шабейкин, А.А. Методы компьютерного анализа в географической эпизоотологии сибирской язвы и бешенства: автореф. дис. ... канд.вет.наук.-М.,2004.-22с.

38. Шабейкин, А.А. Анализ и оценка рисков возникновения вспышек природно очаговых зооантропонозных инфекций с использованием геоинформационных технологий: методическое пособие /А.А. Шабейкин, А.М. Гулюкин, В.В.Белименко, М.И.Гулюкин // Москва -2018. - 40с.

39. Costard, S. African Swine Fever: how can global spread be prevented? / S. Costard, B. Wieland, W. de Glanville et al. // Philosophical Transactions of the Royal Society. -2009. -Vol. 364. -P. 2683-2696.

40. GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science. Edited by Durr, P.A., Gatrell, A.C./ CABI Publishing, 2004. - 307 p.

41. Terrestrial Animal Health Code: Office international des epizooties /Paris: World Organisation for Animal Health (OIE), 2009.-580p.

42. Tsvetkov V.Ya. Information objects and information Units // European Journal of Natural History. -2009. - N 2. – P. 99.

43. <https://www.rbc.ru/business/14/06/2017/59410dda9a7947425c7ecccc>

44. https://www.fsvps.ru.asf_analysis.pdf

45. <https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/asf/2019/04-01/05.pdf>

46. <http://fsvps/asf/news /29202.htm>

47. <http://www.fsvps.ru>

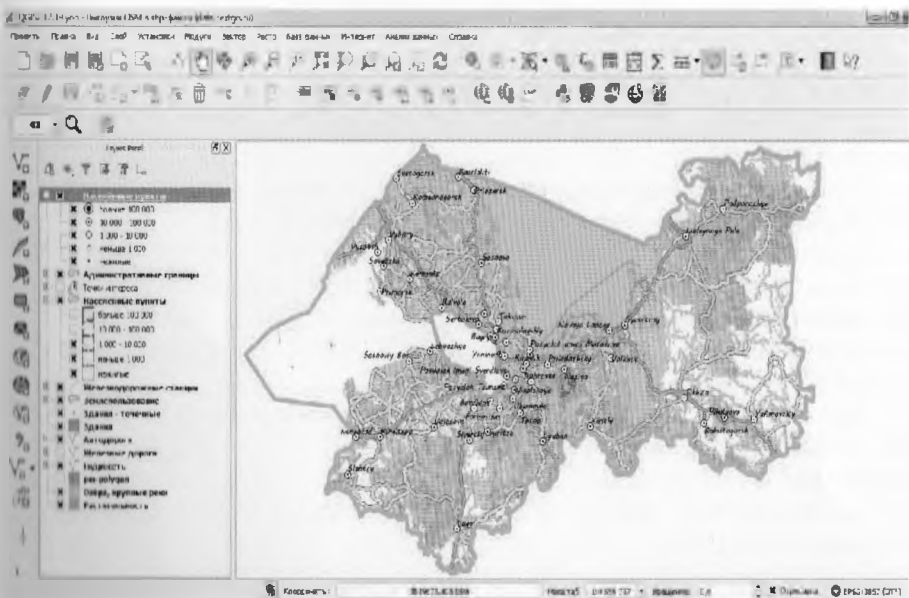


Рисунок 19 - Подключение картографической основы с помощью QGIS

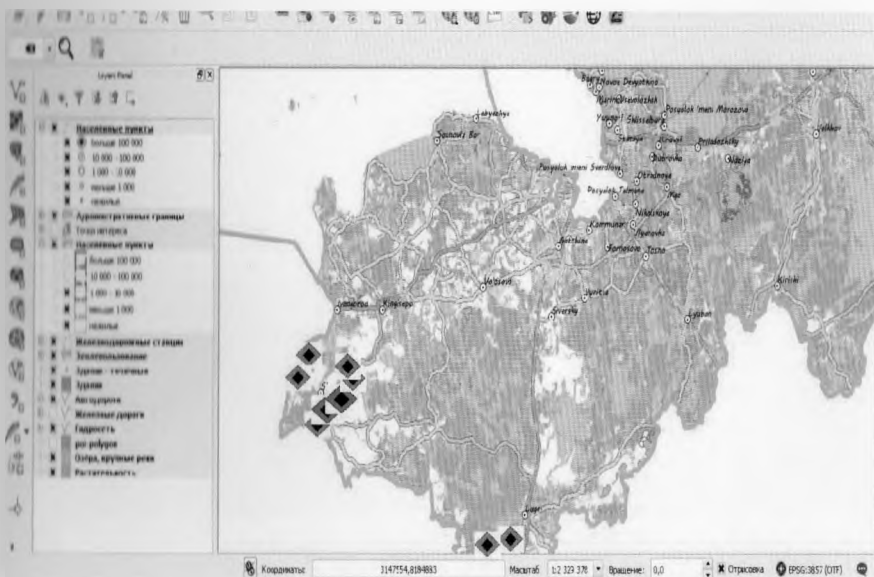


Рисунок 21 - Пример визуализации всплеск АЧС в 2018 году на территории Лужского и Сланцевского районов с учетом магистральных трасс и землепользований