



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-282-291>
УДК 619:616.9:631.145:636.4:616-036.22(470)

Ситуационный анализ по болезням свиней: общая оценка рисков и приоритизация эпизоотических угроз для систем биозащиты свиноводческих предприятий в Российской Федерации

А. С. Оганесян, М. А. Шибаяев, О. Н. Петрова, Н. Е. Баскакова, А. К. Караулов

ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), мкр. Юрьеvec, г. Владимир, 600901, Россия

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты ситуационного анализа по болезням свиней в Российской Федерации и экспертной оценки, в которой приоритизирован список значимых для промышленного свиноводства страны патогенов. Использованный способ оценки экспертного мнения в ситуационном анализе позволяет быстро реализовать и интерпретировать ситуацию, выделяя приоритеты по болезням для дальнейшего обсуждения. Произведенные расчеты показали достаточный уровень согласованности мнений экспертов (коэффициент конкордации $W = 0,61$), а расчетный критерий согласия Пирсона $\chi^2 = 51,33$ ($\geq 21,02607$) указывал на то, что конкорданция не случайная и результаты могут использоваться в дальнейших исследованиях. Обсуждены особенности эпизоотологии возбудителей африканской чумы свиней, классической чумы свиней, репродуктивно-респираторного синдрома свиней, способные повлиять на эффективность систем биозащиты свиноводческих предприятий, а также дальнейшие пути по улучшению мер управления биозащитой. Совокупный риск для промышленного свиноводства в Российской Федерации со стороны внешних источников в настоящей ситуации охарактеризован как permanently высокий, требующий поддержания мер управления рисками на свиноводческих предприятиях как администрацией, так и государственной ветеринарной службой. Меры биозащиты для противодействия внешним угрозам рекомендовано акцентировать на таких заболеваниях, как африканская чума свиней (вес $\lambda = 0,52$), репродуктивно-респираторный синдром свиней ($\lambda = 0,071$), классическая чума свиней ($\lambda = 0,068$) и эмерджентных для Российской Федерации инфекциях ($\lambda = 0,05$) соответственно полученному весу по итогам экспертной оценки. Остальным значимым для свиноводства страны угрозам: энзоотическая пневмония свиней, актинобактериальная плевропневмония свиней, болезнь Ауески, стрептококкоз (*Streptococcus suis*), цирковирусная инфекция свиней, ящур, лептоспироз, трансмиссивный гастроэнтерит свиней, цистицеркоз ($\lambda = 0,02 \dots 0,05$) – предлагается возможным уделить равное внимание в системах биозащиты предприятий. Наличие государственной политики эрадикации африканской чумы свиней, репродуктивно-респираторного синдрома свиней, классической чумы свиней (с основательным изменением существующего официального контроля оборота поголовья, зонирования, качества диагностики и профилактики, внедрения стандартов биозащиты) является наиболее значимым фактором, без которого перспектива искоренения болезней сомнительна.

Ключевые слова: болезни свиней, эпизоотическая ситуация, свиноводство, биозащита, ветеринарно-санитарные меры

Благодарности: Работа выполнена за счет средств ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках тематики научно-исследовательских работ «Ветеринарное благополучие». Авторы выражают благодарность сотрудникам ФГБУ «ВНИИЗЖ» (г. Владимир) за экспертное участие в опросе: К. Н. Груздеву, д-ру биол. наук, профессору, главному научному сотруднику; Д. А. Бирюченкову, канд. вет. наук, заведующему лабораторией профилактики болезней свиней; А. С. Иголкину, канд. вет. наук, заведующему референтной лабораторией по африканской чуме свиней, заместителю руководителя лабораторно-диагностического центра.

Для цитирования: Оганесян А. С., Шибаяев М. А., Петрова О. Н., Баскакова Н. Е., Караулов А. К. Ситуационный анализ по болезням свиней: общая оценка рисков и приоритизация эпизоотических угроз для систем биозащиты свиноводческих предприятий в Российской Федерации. *Ветеринария сегодня*. 2024; 13 (3): 282–291. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-282-291>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Оганесян Андрей Серожович, канд. вет. наук, заведующий сектором информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», мкр. Юрьеvec, г. Владимир, 600901, Россия, oganesyan@arriah.ru

Situational analysis on porcine diseases: general risk assessment and prioritization of epizootic threats to biosecurity systems of pig establishments in the Russian Federation

Andrey S. Oganessian, Mikhail A. Shibayev, Olga N. Petrova, Natalia Ye. Baskakova, Anton K. Karaulov

Federal Centre for Animal Health, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

ABSTRACT

The results of the situational analysis on porcine diseases in the Russian Federation and the expert assessment prioritizing the list of porcine pathogens significant for the pig industry of the country are presented. The method applied to analyse the expert estimates in the situational analysis allows for rapid assessment and interpretation of the situation with identification of priority diseases to be further addressed. The calculations demonstrated the sufficient degree of agreement among the experts (coefficient of concordance $W = 0.61$), and Pearson's chi-squared test statistic $\chi^2 = 51.33$ (≥ 21.02607) indicated that the concordance is not random and the results can be used in subsequent studies. The specific features of epizootiology of the agents of African swine fever, classical swine fever, porcine reproductive and respiratory syndrome that can impact the effectiveness of biosecurity systems of pig establishments, as well as further ways for improving biosecurity management measures are discussed. The overall risk for the pig industry in the Russian Federation that is associated with external sources is currently characterized as permanently high, requiring maintaining risk management measures at the pig establishments by both the managerial staff of the establishments and the State Veterinary Service. It is recommended that biosecurity measures against external threats should focus on diseases such as African swine fever (weight $\lambda = 0.52$), porcine reproductive and respiratory syndrome ($\lambda = 0.071$), classical swine fever ($\lambda = 0.068$) and infections considered emerging for the Russian Federation ($\lambda = 0.05$) according to the weights based on the expert estimation results. The biosecurity systems of the establishments should equally address other threats significant for the pig industry of the country: swine enzootic pneumonia, porcine pleuropneumonia (*Actinobacillus pleuropneumoniae*), Aujeszky's disease, streptococcosis (*Streptococcus suis*), porcine circovirus infection, foot-and-mouth disease, leptospirosis, transmissible gastroenteritis, cysticercosis ($\lambda = 0.02 \dots 0.05$). The improvement of the governmental policy for eradication of African swine fever, porcine reproductive and respiratory syndrome, classical swine fever (including the substantial modification of the existing official pig turnover control, zoning, diagnosis and prevention quality, as well as the implementation of biosecurity standards) is the most significant factor, without which the disease eradication perspective is questionable.

Keywords: porcine diseases, epizootic situation, pig industry, biosecurity, veterinary and sanitary measures

Acknowledgements: The study was funded by the Federal Centre for Animal Health within the research topic "Veterinary Welfare". The authors express their gratitude to the following staff members of the Federal Centre for Animal Health (Vladimir) for expert participation in the survey: K. N. Gruzdev, Dr. Sci. (Biology), Professor, Chief Researcher; D. A. Biryuchenkov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Laboratory for Porcine Disease Prevention; A. S. Igolkin, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Reference Laboratory for African Swine Fever, Deputy Head of Laboratory and Diagnosis Centre.

For citation: Oganessian A. S., Shibayev M. A., Petrova O. N., Baskakova N. Ye., Karaulov A. K. Situational analysis on porcine diseases: general risk assessment and prioritization of epizootic threats to biosecurity systems of pig establishments in the Russian Federation. *Veterinary Science Today*. 2024; 13 (3): 282–291. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-282-291>

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

For correspondence: Andrey S. Oganessian, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Sector, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia, oganesyan@arriah.ru

ВВЕДЕНИЕ

Биозащита, по определению Всемирной организации здравоохранения животных (ВОЗЖ), – это комплекс мер и управленческих решений, направленных на снижение риска заноса болезней, инфекций или инвазий в популяцию животных, укоренения внутри популяции и распространения за ее пределы. Комплекс мероприятий направлен также на снижение микробного/вирусного фона, прерывание путей распространения патогенов внутри предприятия и предотвращение заноса инфекции извне, который включает такие специфические и неспецифические меры, как: поддержание эпизоотического статуса предприятия (гигиена помещений, кормов, воды, персонала и животных, проведение ветеринарных обработок); соблюдение технологий содержания животных, санитарной обработки помещений, транспорта, fomитов, кормопроводов и водопроводов (чистка, мойка и дезинфекция); предотвращение заноса инфекции (соблюдение ветеринарно-санитарного режима сотрудниками, а также при поступлении на предприятие животных, кормов, оборудования и др., проведение мероприятий по дезинфекции, дезинсекции, дератизации). Биозащита предприятий в цепи противоэпизоотических мероприятий глобально служит для выигрыша времени, необходимого для раннего

выявления инфекционного агента в потоке производства и в начале действий по ликвидации болезни на территории зоны или страны с целью предотвращения развития эпизоотии.

Наиболее важным при этом становится обладание информацией о внешних угрозах (эпизоотическая ситуация на территории расположения, сезонное благополучие/неблагополучие домашних и диких популяций животных и птиц), а также факторах, предрасполагающих к изменению масштабов внешних угроз (направленность животноводческой отрасли региона, кормопроизводства и переработки животноводческой продукции; ориентированность карантинной политики ветеринарного органа региона; сезонная, социально и экономически обусловленная активность различных групп городского и сельского населения, структура защищенного поголовья и его связанность). Изучение особенности эпизоотологии болезней свиней в условиях промышленного свиноводства и приоритизация их значимости позволит разрабатывать адекватные меры биозащиты для свиноводческого сектора [1].

В этой связи описание и оценка внешних эпизоотических угроз для предприятий свиноводства и их приоритизация остается актуальной темой для

ситуационного анализа в рамках обсуждения вопросов организации и развития мер биозащиты свиноводческих предприятий в Российской Федерации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценку внешних эпизоотических угроз для свиноводства проводили в виде ситуационного анализа с обсуждением особенностей возбудителей, что позволяло выявить пробелы мер биозащиты. В работе использовали официальные данные о болезнях свиней, данные из открытых официальных источников и профильных средств массовой информации [2, 3].

Оценки получали в ходе опроса экспертов лабораторно-диагностического (3 человека) и информационно-аналитического (4 человека – авторы статьи, кроме Н. Е. Баскаковой) центров ФГБУ «ВНИИЗЖ». Сведение результатов, их обсуждение и описание особенностей для управления инфекцией по приоритизированному списку проводилось авторами статьи (5 человек).

Степень значимости угроз для отечественного свиноводства оценили эксперты ($m = 7$) путем присвоения им рангового номера. Всего оценивалось 13 угроз ($n = 13$): 12 болезней/возбудителей и 1 категория – эмерджентные болезни (экзотические для РФ и ранее не регистрировавшиеся). Угрозе, которой эксперт давал наивысшую оценку, присваивался ранг 13. Если эксперт признавал несколько факторов равнозначными, то им присваивался одинаковый ранговый номер. На основе данных анкетного опроса составлялась сводная матрица рангов; переформирование рангов, полученных от экспертов, производилось без изменения мнения экспертов. Получали переформатированную матрицу рангов, на основе которой рассчитывали ранжированный список сумм рангов и средних рангов для 13 угроз; на основе полученных сумм рангов вычисляли показатели весомости рассмотренных угроз, преобразуя матрицу опроса в матрицу преобразованных рангов. Оценку полученных результатов экспертного опроса проводили, рассчитывая коэффициент конкордации Кендалла (W) [4] для случаев, когда имеются связанные ранги (одинаковые значения рангов в оценках одного эксперта), по формуле:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} m^2 (n^3 - n) - m \sum T_i},$$

где S – сумма квадратов отклонений всех оценок рангов каждого объекта экспертизы от среднего значения;

n – количество оцениваемых угроз;

m – количество экспертов;

T_i – количество связок (видов повторяющихся элементов) в оценках i -го эксперта:

$$T_i = \frac{1}{12} (\sum (t_i^3 - t_i)),$$

где t_i – количество элементов в l -й связке для i -го эксперта (количество повторяющихся элементов).

Оценку значимости коэффициента конкордации Кендалла проводили, используя критерий согласия Пирсона (χ^2). Показатели весомости рассмотренных угроз (λ) получили, преобразовав матрицу опроса в матрицу преобразованных рангов (по формуле $S_{ij} = X_{ij} - X_{j \max}$, где $X_{j \max} = 13$).

Результаты приоритизации представили графически в виде ранжированного списка угроз и диаграммы с весовым коэффициентом (λ), отражающим значимость угрозы и обсуждения наиболее значимых угроз.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для промышленного свиноводства эпизоотически значимыми угрозами, в том числе и трансграничными, являются: 1) сибирская язва; 2) ящур; 3) болезнь Ауески (БА); 4) классическая чума свиней (КЧС); 5) африканская чума свиней (АЧС); 6) репродуктивно-респираторный синдром свиней (РРСС); 7) везикулярная болезнь свиней; 8) вирусная инфекция Нипах; 9) цистицеркоз; 10) бруцеллез свиней; 11) бешенство; 12) трихинеллез; 13) туберкулез; 14) вирусный трансмиссивный гастроэнтерит свиней (ТГС); 15) эпидемическая диарея свиней; 16) рожа свиней; 17) энзоотическая пневмония (*Mycoplasma hyorhynchiae*); 18) парвовирусная инфекция свиней; 19) цирковирусная инфекция свиней (ЦВИС); 20) актинобациллезная плевропневмония; 21) болезнь Тешена; 22) болезнь Глессера (*Haemophilus parasuis*); 23) стрептококкоз (*Streptococcus suis*); 24) лептоспироз; 25) сенекавирусная инфекция; 26) дизентерия свиней; 27) грипп свиней; 28) оппортунистические бактериальные инфекции [2, 3, 5, 6].

Согласно официальным данным о болезнях свиней за 2022 г., в популяции свиней и кабанов на территории РФ были зарегистрированы случаи рожи свиней (1), бешенства (2), хламидиоза (2), микоплазмоза (3), пастереллеза (4), псевдомоноза (6), трихинеллеза (6), эхинококкоза (6), БА (10), туберкулеза (16), парвовирусной инфекции свиней (20), лептоспироза (42), отечной болезни (383), колибактериоза (2394) и АЧС (6626) [2].

Сибирская язва, бешенство, трихинеллез, туберкулез и бруцеллез свиней подлежат контролю со стороны государственных ветеринарных органов РФ в соответствии с исторически доказавшим свою надежность надзором, затрагивающим все эпизоотологически значимые сферы контроля. Таким образом, меры по обеспечению благополучия животных и человека (населения) реализованы в стране комплексно. Эпизоотическая ситуация в целом по РФ по этим болезням свиней стабильная (контролируемый риск при стабильном уровне надзора и профилактики), превышения эпидемических пороговых значений (с 2020 по 1-й квартал 2023 г.) в последние 3 года не регистрировалось [2]. На конкретном же предприятии наибольшее влияние на уровень риска ожидаемо будут оказывать полнота ветеринарного надзора в популяции домашних и диких свиней на территориях ведения свиноводства, изолированность популяций и качество вакцинации, где это применимо. Выявление случая возникновения любого из данных заболеваний в цепочке промышленного производства свинины требует немедленного введения мер по установлению и ликвидации источника. Вне зависимости от локальной значимости данных болезней для предприятий, в связи с рисками для человека значимость данных болезней принимается как высокая и далее не обсуждается.

Результаты экспертной оценки по ранжированию 13 основных угроз по значимости для отечественного свиноводства (рис.) показали, что превалирующей приоритет по относительному весу оценки (λ) имеет АЧС (52%).

Кроме того, относительно значимое место занимают РРСС (7,1%) и КЧС (6,8%). Эмерджентные для РФ инфекции (5%) также имеют больший приоритет, чем остальные угрозы (энзоотическая пневмония свиней, актинобациллезная плевропневмония свиней, БА, стрептококкоз (*S. suis*), ЦВИС, ящур, лептоспироз, ТГС,

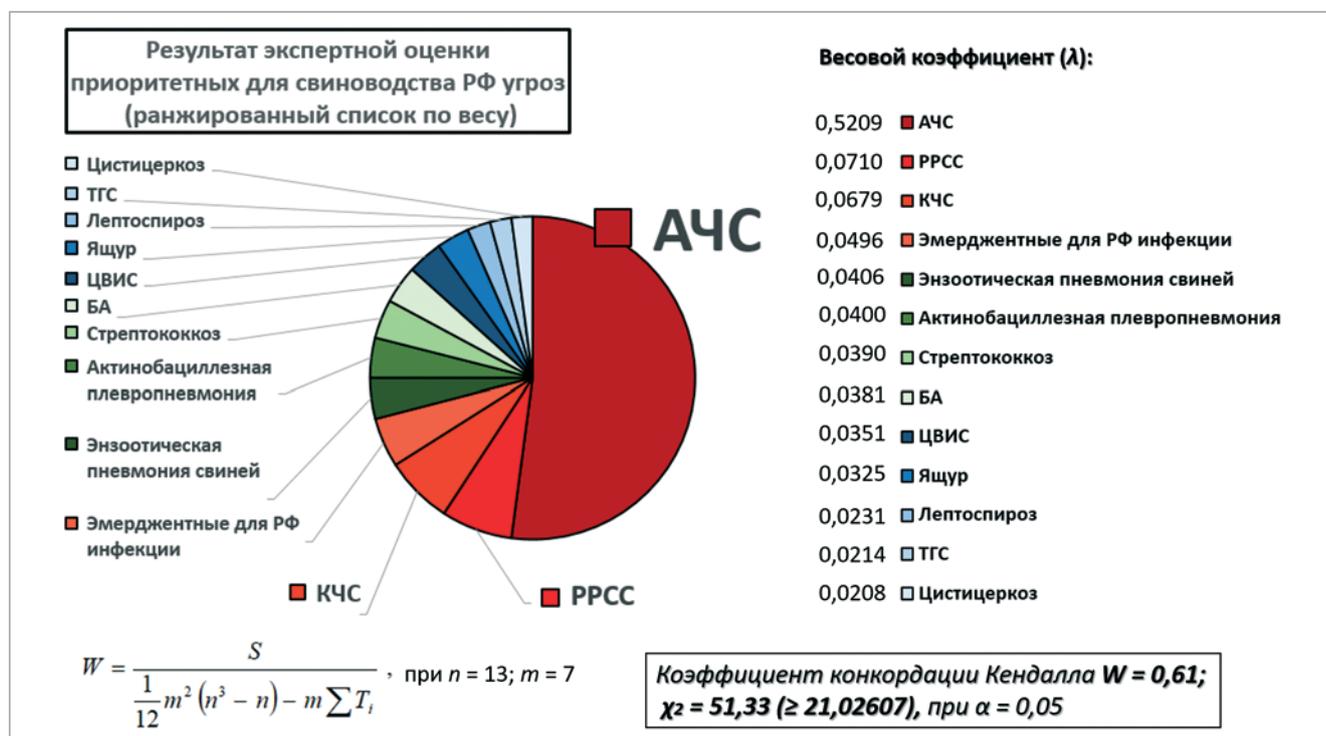


Рис. Результаты экспертной оценки ($m = 7$) ранжирования угроз ($n = 13$) по общей значимости для свиноводства РФ
 Fig. Results of assessment of threats ($n = 13$) ranked by experts ($m = 7$) according to their significance for the pig industry of the Russian Federation

цистицеркоз), которые оценены для отечественного свиноводства как имеющие умеренный и низкий приоритет (относительный вес < 5%). Полученное значение коэффициента конкордации Кендалла $W = 0,61$ свидетельствует о достаточной согласованности мнений экспертов в целом, а расчетный $\chi^2 = 51,33 (\geq 21,02607)$ говорит о том, что конкордация не случайная и результаты могут использоваться в дальнейших исследованиях. Как показано на рисунке, в приоритет значимости внешних угроз попали три патогена, в этой связи сконцентрируем внимание на обсуждении АЧС, PPCC и КЧС (таб.).

Африканская чума свиней. К 2023 г. панзоотия АЧС охватила 36 стран мира, в том числе значительные территории Евразии. Проблема распространения вируса АЧС среди домашних и диких свиней в России существует уже 16 лет [2, 3]. Коммерчески доступной вакцины против АЧС, отвечающей рекомендациям ВОЗ по требованиям безопасности и эффективности, нет. Основным фактором, способствующим трансграничному распространению инфекции, является человеческий фактор (в нашей стране он также официально признан главным Постановлением Совета Федерации Федерального Собрания РФ от 28.06.2017 № 207-СФ¹), к которому в ряде случаев можно отнести не только пренебрежение и осознанное игнорирование правил биозащиты, недостаток компетенций, но и затягивание проведения профилактических и эрадикационных мероприятий. Особое внимание отводится изучению вероятных, в том числе механических, переносчиков вируса АЧС, что с учетом мировых трендов изменения климатических и экологических факторов – задача, набирающая актуальность и для территории РФ [7]. Вы-

явление вируса АЧС на благополучных территориях у восприимчивых животных, а также обнаружение его генома в образцах готовой продукции могут свидетельствовать о сохраняющемся тренде неблагополучия.

К числу факторов, поддерживающих распространение АЧС в РФ к 2013 г., относили разнообразную структуру свиноводства во всех федеральных округах РФ и высокую долю личных подсобных хозяйств (ЛПХ) [15], которая к 2023 г. значительно снизилась. Национальные системы производства свинины в РФ в период эпизодии АЧС 2007–2023 гг. увеличили число компартов и размеры стад в закрытых системах производства свиней, внедряли планы биозащиты. Однако управление популяциями и управление биозащитой по всей цепочке не были системно налажены. Поэтому не удалось полностью снизить возросший риск распространения болезни, коррелирующий с ростом числа ферм/связей и расширением оборота свиней и мяса в условиях формирования «серого рынка» животных и мяса за пределами и вокруг производственных систем.

Существующая в странах Восточной Европы система производства свинины является сочетанием крупных и малых свиноферм, что свойственно энзоотическим по АЧС странам [16]. Искоренение АЧС в Испании, Португалии и Чехии сопровождалось полным перестраиванием государственной политики надзора за болезнью, учета поголовья свиней, внедрения и контроля зонирования, качественным изменением диагностики и биозащиты предприятий. Ключевой при рассмотрении риска по АЧС является оценка риска в системах биозащиты предприятий [17], а соответствие рекомендациям ВОЗ по принципам компарментализации по АЧС может послужить механизмом сдерживания предприятиями распространения болезни [18]. Главными составляющими мер борьбы с АЧС являются

¹ <https://base.garant.ru/71706886/?ysclid=Iz81cejes4538929535>

своевременная и точная диагностика, уничтожение зараженных стад, установление зон ограничения и отслеживание возможных контактов. Будущая борьба с АЧС должна быть сосредоточена на усилении ограничительных мер, компенсации ущерба, трассировки, программах борьбы с дикими кабаном, строгих мерах гигиены и биозащиты [19, 20, 21]. Деятельность по обеспечению биозащиты систем/предприятий направлена на обособление поголовья от диких кабанов [22, 23] и домашних свиней ЛПХ.

Учитывая мнения зарубежных и отечественных специалистов и обобщая опыт производителей свинины

по внедрению эффективных мер превенции АЧС в промышленном свиноводстве [24, 25, 26], можно дать следующие рекомендации.

1. Происхождение и перемещение корма, животных, транспорта и иных попадающих на территорию свиноводческого предприятия и контактирующих со свиньями и фомитами объектов, грызунов, птиц и лиц должно контролироваться системой биозащиты предприятия.

2. Требуется проведение мониторинга зоны вокруг хозяйств с целью доказательства благополучия и поддержания статуса благополучия границ/зон. Вовлеченность ЛПХ в производство свинины и оборот свиней

Таблица

Ситуация по приоритетным эпизоотическим угрозам для свиноводства в РФ

Table

Situation for priority epizootic threats to pig industry in the Russian Federation

Угроза	Ситуация в РФ: год последней регистрации случаев / вакцинация / статус РФ	Особенности для управления инфекцией
АЧС	2023 г. (104 очага: 66 в домашней и 38 в дикой популяции) / отсутствует / федеральные меры по борьбе с АЧС (постановление Правительства РФ от 29.09.2018 № 1159 ²); компартиментализация (приказ Минсельхоза России от 11.05.2023 № 482 ³); регионализация (приказ Минсельхоза России от 14.12.2015 № 635 ⁴)	Приоритет очень высокий ($\lambda = 0,52$). 1. Человеческий фактор превалирует в эпизоотологии АЧС генотипа II в РФ. 2. Необходим контроль мер защиты поголовья на предприятии от контактов с объектами окружающей среды, включая вероятных механических переносчиков. 3. Надзор в популяциях вокруг предприятия и на предприятии должен учитывать вероятность скрытой инфекции. При расследовании глубина ретроспективного исследования – до 60 дней. R_0 внутри стад: от 7,46 (5,68–9,21) до 9,8 (3,9–15,6); R_0 между стад: от 1,65 (1,42–1,88) до 2,5 (2,0–3,0) [8, 9]. В условиях преобладания мелких ферм: R_0 внутри стад: 10 (1,1–30,0); R_0 между стад: от 1,41 до 10,8. 4. Отсутствие эффективной и безопасной вакцины; ведущая роль диагностических мероприятий в потоке и при зонировании
PPCC	2021 г. (4 очага в домашней популяции) / 12 836 888 гол. / федеральная программа отсутствует; действующая инструкция по борьбе с заболеванием нормирует использование вакцин против PPCC в профилактических целях (приказ Минсельхоза России от 26.10.2020 № 625 ⁵); регионализация; компартиментализация	Приоритет высокий ($\lambda = 0,071$). 1. Аэрогенный путь передачи и с фомитами между предприятиями может недооцениваться. 2. Вакцинация – эффективный инструмент, но только в комплексе профилактических и диагностических мер. 3. R_0 внутри серопозитивных стад: от 3,3 (2,9–4,3) до 7,1 (3,5–10,6) [10, 11]. R_0 для вакцинированных против PPCC 1-го типа ($R_0 < 1$): от 0,3 (0,05–0,96) [12] до 0,53 (0,19–0,76) [13]; для PPCC 2-го типа – неизвестно [11]. 4. Необходимость мониторинга (генотипирование) циркулирующих вирусов в вакцинированных стадах
КЧС	2018 г. (1 очаг в дикой популяции) / 91 679 227 гол. / официальный статус благополучия ВОЗЖ отсутствует; регионализация; компартиментализация	Приоритет высокий ($\lambda = 0,068$). 1. Эффективная реализация непрямого и прямого путей передачи и распространения инфекции. R_0 внутри стад: от 3,39 (1,54–7,45) до 7,77 (4,68–12,9) [14]. 2. Вакцинация домашних свиней в РФ усилена в последние 5 лет. Вакцина надежно защищает от возникновения вспышек и развития клинических признаков у свиней. Вспышки среди домашних свиней и кабанов в 2018–2023 гг. отсутствовали. 3. Необходимость мониторинга циркулирующих изолятов возбудителя КЧС и эффективности вакцинации в вакцинированных стадах свиней и популяции кабана регионов РФ. Циркуляция вируса среди вакцинированного поголовья – крайне нежелательное и опасное явление. 4. Для управления КЧС значимым является мониторинг качества вакцинации на предприятии и в окружающей популяции

R_0 (basic reproduction ratio) – коэффициент воспроизводства инфекции (показатель заразности). Для всех болезней значимыми для управления защитой являются контроль поступления животных на предприятие, кормов, фомитов, дезинфекция, дезинсекция и дератизация. Обобщенных требований/правил/стандартов по биозащите свиноводческих предприятий не существует.

R_0 (basic reproduction ratio) is a metric of infection reproduction (indicator of contagiousness). For all diseases, the control of animal introduction to the establishment, feeds, fomites, disinfection, dissection and deratization are significant for security management. There are no consolidated biosecurity requirements/rules/standards for pig establishments.

² <https://base.garant.ru/72065765/?ysclid=1z81dxcy83438154883>

³ <https://base.garant.ru/406957068/?ysclid=1z81g64bk5614070677>

⁴ <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71260810/?ysclid=1z81h1rvb3947478382>

⁵ <https://base.garant.ru/74832093/?ysclid=1z81jjcega297725170>

на фоне роста цен на мясо останется фактором, влияющим на нелегальный оборот свиней и свинины.

3. Использование неинвазивных проб от животных и лабораторный контроль эффективности процедур по чистке, мойке и дезинфекции могут быть рекомендованы для раннего выявления вируса АЧС в производственном потоке.

4. Вакцины против АЧС в перспективе должны быть не только безопасными для популяции свиней и обеспечивать защиту животных от падежа, но и высокоэффективными для рутинного применения в планах промышленного свиноводства (не снижать привесы, не вызывать аборт, предотвращать циркуляцию полевых и вакцинных штаммов в поголовье). Признание безопасности и эффективности вакцин против АЧС должно проводиться с учетом международных стандартов ВОЗЖ.

Репродуктивно-респираторный синдром свиней.

Профилактике и защите от РПСЦ уделяется значительное внимание [27, 28, 29] ввиду высокой заразности возбудителя, способности распространяться между свинок комплексами аэрогенно, а также со свиньями, кормами и контаминированными фомитами на значительные расстояния, поражая фактически все группы поголовья. В холодном климате (при $t < 0^\circ\text{C}$) вирус РПСЦ способен выживать вне хозяина длительное время, что способствует контаминации и механической передаче его с фомитами. Транспортные средства для перевозки скота, транспорт персонала, обувь и другие предметы могут контактировать с возбудителем РПСЦ в потенциально зараженных местах (инфицированные фермы, коммерческие мойки грузовиков или бойни, санпропускники, склады ветеринарных товаров, при доставке спермы, пункты перевалки инструментов, продуктов питания для персонала и т. п.). В холодную погоду контаминированные объекты могут разносить вирус РПСЦ на большие расстояния (как минимум до 50 км) [11, 30], что важно для большей части РФ с продолжительными холодными сезонами.

Согласно официальным данным, в РФ распространение РПСЦ ограничено отдельными случаями, которые выявляются каждый год в разных областях, что свидетельствует о недоучете более широкой скрытой циркуляции вируса в популяции домашних свиней и недостаточности применяемых мер для полной ликвидации заболевания. Большую опасность РПСЦ представляет для крупных комплексов с полным циклом воспроизводства поголовья [29]. Это подтверждают результаты исследования крупной вспышки РПСЦ, произошедшей в 2020 г. на 24 из 30 ферм крупной компании по производству свиней, расположенных в четырех областях: Воронежской, Липецкой, Тамбовской и Пензенской. Случаи заболевания были вызваны двумя вариантами вируса РПСЦ дикого типа 1 подтипа 1 (РПСЦ-1-1), доминирующего в Европе и РФ. Клинические признаки не различались между вариантами, но варьировали в зависимости от стадии производства свиней. Распространению болезни способствовали нарушения мер биозащиты, включая перемещение животных с зараженных ферм. Варианты вируса РПСЦ-1-1, прежде чем распространиться по производственной системе (свинофермы, питомники и фермы по откорму), были занесены в регион примерно в 2019 г. [31]. Тогда же появилось и первое сообщение о совместной циркуляции возбудителя РПСЦ типа 1 (РПСЦ-1, европейский тип)

и типа 2 (РПСЦ-2, североамериканский тип) в России. По наблюдениям S. Raev et al. и данным ветеринарных лабораторий, вирус РПСЦ-2 циркулирует как в европейской, так и в азиатской частях страны, а обнаружение нового подтипа 2 типа 1 (РПСЦ-1-2) при исследовании вспышки 2019 г. в Сибири подтвердило широкую территориальную экспансию вируса РПСЦ-1-2 в России [32].

Сравнительных данных о патогенности двух типов возбудителя РПСЦ и смешанной инфекции в полевых условиях РФ не много, однако известно, что изоляты вируса РПСЦ-1-1 (включая российскую группу вирусов), РПСЦ-1-2 и РПСЦ-1-3 значительно различаются по патогенности. На сегодняшний день вирус РПСЦ-1 представляет собой неоднородную группу генетически различающихся изолятов из Восточной Европы, Беларуси и России [33, 34].

Проведенная количественная оценка подтвердила, что заболевание, вызванное возбудителем генотипа 1, возможно контролировать с помощью вакцин, но они обеспечивают лишь частичную защиту [11]. Вакцинация сдерживает динамику передачи РПСЦ в популяции и, по одним данным [12, 13], коэффициент воспроизводства инфекции внутри вакцинированных стад составляет $R_0 < 1$ [от 0,3 (0,05–0,96) до 0,53 (0,19–0,76)], что приводит к угасанию эпизоотии. С другой стороны, отдельные результаты свидетельствуют о том, что при практически двукратном снижении средних значений R_0 в группах вакцинированных поросят доверительные интервалы R_0 как для вакцинированных (2,43–39,7), так и для невакцинированных (5,93–32,3) варьируют со значительным их перекрытием между собой [35], что требует дальнейших исследований. В невакцинированных эндемичных/серопозитивных популяциях внутри хозяйств R_0 составляет от 3,3 (2,9–4,3) до 7,1 (3,5–10,6) [10, 11]. Различия в значениях R_0 объясняются многими факторами, включая генетическую разницу между вакцинным штаммом и штаммом-пробойником, условия окружающей среды/хозяйства (качество сегрегации/вентиляции), в которой находятся свиньи, различие штаммов, к которым акклиматизированы свиньи на фермах.

Несмотря на отсутствие общегосударственной целевой/отраслевой программы по РПСЦ, существующие инструменты, такие как принятая в стране компартиментализация свиноводческих хозяйств, регионализация территории РФ по заразным болезням и действующие ветеринарные правила по РПСЦ (приказ Минсельхоза России от 26.10.2020 № 625⁵), соответствуют современному представлению о РПСЦ в промышленном свиноводстве и направлены на поддержание благополучия, в том числе с использованием вакцин, и надзор с применением диагностических методов, учитывающих вакцинный статус и позволяющих дифференцировать штаммы (см. п. 8, 18 и 38 ветеринарных правил по РПСЦ). Свобода страны или хозяйства от заболевания в соответствии с рекомендациями ВОЗЖ (ст. 15.3.3 [36]) возможна только при условии отказа от вакцин вне зависимости от диагностических возможностей действующего в стране надзора за РПСЦ.

Эпизоотология РПСЦ все еще далека от полного понимания, но накопленных знаний достаточно, чтобы идентифицировать, по крайней мере качественно, основные источники заражения на ферме, а также выявить основные механизмы передачи внутри фермы.

⁵ <https://base.garant.ru/74832093/?ysclid=iz81jjcega297725170>

До сих пор неизвестным остается, какая доля заноса вируса приходится на каждый из путей в различных эпизоотологических сценариях. Оздоровление систем свиноводства от вируса РРСС является сложной практической задачей не только для отдельного хозяйства, в большинстве случаев процесс затрагивает значительные административные территории с вовлечением всех хозяйствующих субъектов/хозяйств [27].

Оздоровление от РРСС – это разработанный комплекс управленческих решений, включающий на первых этапах, как правило, вакцинацию. Сочетание строгого соблюдения биозащиты и рационально разработанных программ вакцинации может быть полезным для борьбы с РРСС на предприятиях и на региональном уровне [11], что и можно рекомендовать.

Классическая чума свиней остается одним из наиболее важных трансграничных вирусных заболеваний свиней во всем мире, которому уделяется внимание при организации систем надзора, вакцинации и биозащиты ферм. Коэффициент воспроизводства инфекции (R_0) для вируса КЧС хотя и варьирует в различных группах животных и условиях свинокомплексов, но всегда остается высоким: для групп отъемышей составляет от 7,77 (4,68–12,9) между помещениями до 100 (54,4–186,0) внутри помещений и для взрослых свиней (убойные) – от 3,39 (1,54–7,45) до 15,5 (6,20–38,7) [14].

Оздоровление отдельных хозяйств в условиях неблагоприятия/вакцинозависимости региона – крайне затратная политика, не способная решить задачу устранения риска по КЧС для региона. Оздоровление свиноводческих систем стран исторически затрагивало, как правило, депопуляцию свиней на территории целых регионов, использование зонирования с постепенным оздоровлением зон и лишь затем получение официального статуса благополучия по КЧС, одобренного ВОЗЖ. После внедрения строгих мер контроля несколькими странам удалось искоренить КЧС, тем не менее в большинстве регионов мира со значительным производством свиней КЧС присутствует по крайней мере спорадически. А иммунизация в силу доказанной эффективности применяющихся в мире в настоящее время вакцин в отношении циркулирующих штаммов вируса КЧС остается главной мерой профилактики падежа [37].

Значимость соблюдения базовых мер защиты от КЧС (контроль ввоза животных, кормов, контроль вакцинации и иммунного статуса животных, трассировка свиней и т. д.), вне зависимости от надежности и качества применяемых вакцин, подтверждается результатами анализа данных надзора, проводимого в последнее время в различных странах. По итогам надзора за период с 2014 по 2020 г. в Эквадоре факторами риска, наиболее сильно повлиявшими на вероятность возникновения КЧС, были кормление помоями (отношение шансов – OR 8,53), время обнаружения (OR 2,44), завоз свиней (OR 2,01) и отсутствие вакцинации (OR 1,82). Пространственно-временная модель показала, что вакцинация снижает риск распространения инфекции на 33%. Особо отмечалась сложность программ контроля КЧС и важность улучшения системы надзора [38]. В 2019 г. в Лаосе система надзора за болезнями свиней на скотобойнях (бруцеллез, РРСС и КЧС) с использованием серологических методов не позволила провести различие между серопозитивными вакцинированными

и инфицированными свиньями, что подтвердило необходимость трассировки животных как основы для проведения программы надзора в отсутствие DIVA-стратегии [39]. Также сообщается о проблемах, связанных с несовершенством диагностических тестов и пробоотбора в ключе надзора за КЧС в РФ, при этом обращается внимание на целесообразность внедрения как DIVA-стратегии, так и надлежащей оценки программ вакцинации [37, 40]. Построение системы биозащиты предприятий на основе эффективного надзора за вирусом КЧС и иммунным статусом в производственном потоке является наиболее желательным.

Случаев КЧС среди домашних свиней в РФ не было с 2015 г. В стране ведется плановая вакцинопрофилактика домашних свиней [2]. По данным ИС «Цербер» на 01.01.2024, благополучие с вакцинацией декларируется лишь для Владимирской области, а благополучие без вакцинации – для Чукотского автономного округа. Все остальные регионы РФ не имеют официального статуса благополучия (статус не определен). Вакцина на сегодня надежно защищает поголовье от клинических случаев КЧС, а применяемые значительные объемы вакцинации за последние 5 лет становятся залогом отсутствия вспышек в хозяйствах. Риск скрытой циркуляции вируса в популяции в условиях вакцинации продолжает оставаться высоким.

Основные рекомендации по управлению риском КЧС в условиях вакцинации на предприятиях следующие: 1) происхождение и перемещение кормов, животных, транспорта и иных попадающих на территорию свиноводческой системы и контактирующих со свиньями и фомитами объектов, грызунов, птиц и лиц должно контролироваться в рамках системы биозащиты предприятия; 2) контроль эффективности проведения вакцинации (контроль напряженности иммунитета) и целевой мониторинг для раннего обнаружения возможной циркуляции вируса в иммунизированной популяции на предприятиях должен являться обязательной частью системы надзора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использованный способ оценки экспертного мнения в ситуационном анализе позволяет быстро реализовать и интерпретировать ситуацию, выделяя приоритеты по болезням для дальнейшего обсуждения.

Совокупный эпизоотический риск для промышленного свиноводства в РФ со стороны внешних источников в последние годы можно охарактеризовать как перманентно высокий. Абсолютным приоритетом по значимости угроз для свиноводства на сегодня является АЧС. Полученное значение коэффициента конкордации Кендалла $W = 0,61$ свидетельствует о достаточной согласованности мнений экспертов в целом, а расчетный $\chi^2 = 51,33$ ($\geq 21,02607$) говорит о том, что конкордация не случайная и результаты могут использоваться в дальнейших исследованиях. Меры биозащиты для противодействия внешним угрозам рекомендуется акцентировать на АЧС ($\lambda = 0,52$), РРСС ($\lambda = 0,07$), КЧС ($\lambda = 0,068$) и эмерджентных для РФ инфекциях ($\lambda = 0,05$), которые требуют принятия и поддержания мер по управлению рисками не только на предприятиях свиноводства, но и официальной ветеринарной службой. Остальным участвовавшим в оценке значимым для свиноводства РФ внешним угрозам: энзоотическая пневмония свиней, актинобациллезная

плеввропневмония свиней, БА, стрептококкоз (*S. suis*), ЦВИС, ящур, лептоспироз, трансмиссивный гастроэнтерит свиней, цистицеркоз ($\lambda = 0,02...0,05$) – представляется возможным уделить равное внимание в системах биозащиты предприятий. Особенности эпизоотологии возбудителей могут быть причиной пробелов в стандартных мерах, поэтому меры должны подвергаться плановой переоценке и корректировке в системах биозащиты.

Наличие государственной политики эрадикации АЧС, РРСС, КЧС (с основательным изменением существующего официального контроля оборота поголовья, зонирования, качества диагностики и профилактики, внедрения стандартов биозащиты) является наиболее значимым, без чего перспектива искоренения сомнительна, в том числе из-за сохраняющегося внутреннего риска персистенции возбудителей в популяции РФ или отдельного хозяйства, сдерживаемой вакцинацией от проявления клинических случаев. При ослаблении/сбое режимов вакцинации очаги и распространение инфекции весьма вероятны.

В настоящее же время обобщенных требований/правил по биозащите свиноводческих предприятий нет. Обобщенный стандарт, устанавливающий требования биозащиты производственных процессов на свиноводческих предприятиях, также отсутствует. Во многом отдельные положения действующих правил по болезням отчасти касаются биозащиты предприятий, направленной на предупреждение возникновения болезней животных, а также дополняются существующими требованиями по компартиментализации и действующими правилами по содержанию свиней на предприятиях и ветеринарно-санитарными требованиями к животноводческим помещениям. Избыточность в существующих правилах требований и норм, касающихся биозащиты предприятий, учитывая их целевую направленность, подтвердить нельзя, равно как и засвидетельствовать их эффективность и достаточность для систем биозащиты предприятий, особенно в условиях отсутствия обязательных требований к системам биологической защиты свиноводческих предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Organisation for Animal Health, World Bank. Good practices for biosecurity in the pig sector – Issues and options in developing and transition countries. *FAO Animal Production and Health*. Rome; FAO; 2010; No. 169. 79 p. <https://www.fao.org/4/i1435e/i1435e00.pdf>
- Аналитический ежеквартальный, с нарастающим итогом отчет по эпидемиологической ситуации в стране (по данным Департамента ветеринарии МСХ). Эпизоотическая ситуация в РФ. <https://svps.gov.ru/jepizooticheskaja-situacija/rossija/analiticheskij-ezhekvartalnyj-s-narastajushhim-itogom-otchet-po-jepidsituacii-v-strane-po-dannym-departamenta-veterinarij-msh>
- World Organisation for Animal Health. World Animal Health Information System (WAHIS). <https://wahis.woah.org/#/home>
- Kendall M. G., Babington Smith B. The problem of *m* rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*. 1939; 10 (3): 275–287. <https://doi.org/10.1214/aoms/117732186>
- Шахов А. Г., Ануфриев А., Ануфриев П. Факторные инфекции свиней. *Животноводство России*. 2005; (5): 24–27. <https://www.elibrary.ru/zjuuyr>
- Герунов Т. В., Герунова Л. К., Плешакова В. И., Конев А. В. Опportunистические инфекции у животных: причины распространения и меры профилактики. *Вестник КрасГАУ*. 2022; (10): 152–160. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-10-152-160>
- Сибгатуллова А. К., Власов М. Е., Пивова Е. Ю., Гузалова А. Г., Балышев В. М. Роль членистоногих гематофагов, грызунов, плотоядных и птиц в распространении АЧС. *Ветеринария*. 2022; (9): 3–8. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.9.03-08>
- Korennoy F. I., Gulenkin V. M., Gogin A. E., Vergne T., Karaulov A. K. Estimating the basic reproductive number for African swine fever using the Ukrainian historical epidemic of 1977. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2017; 64 (6): 1858–1866. <https://doi.org/10.1111/tbed.12583>
- Gulenkin V. M., Korennoy F. I., Karaulov A. K., Dudnikov S. A. Cartographical analysis of African swine fever outbreaks in the territory of the Russian Federation and computer modeling of the basic reproduction ratio. *Preventive Veterinary Medicine*. 2011; 102 (3): 167–174. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.07.004>
- Pileri E., Martín-Valls G. E., Díaz I., Allepuz A., Simon-Grifó M., García-Saenz A., et al. Estimation of the transmission parameters for swine influenza and porcine reproductive and respiratory syndrome viruses in pigs from weaning to slaughter under natural conditions. *Preventive Veterinary Medicine*. 2017; 138: 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.01.008>
- Pileri E., Mateu E. Review on the transmission porcine reproductive and respiratory syndrome virus between pigs and farms and impact on vaccination. *Veterinary Research*. 2016; 47:108. <https://doi.org/10.1186/s13567-016-0391-4>
- Rose N., Renson P., Andraud M., Paboeuf F., Le Potier M. F., Bourry O. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSv) modified-live vaccine reduces virus transmission in experimental conditions. *Vaccine*. 2015; 33 (21): 2493–2499. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2015.03.040>
- Pileri E., Gibert E., Soldevila F., García-Saenz A., Pujols J., Díaz I., et al. Vaccination with a genotype 1 modified live vaccine against porcine reproductive and respiratory syndrome virus significantly reduces viremia, viral shedding and transmission of the virus in a quasi-natural experimental model. *Veterinary Microbiology*. 2015; 175 (1): 7–16. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2014.11.007>
- Klinkenberg D., de Bree J., Laevens H., de Jong M. C. M. Within- and between-pen transmission of Classical Swine Fever Virus: a new method to estimate the basic reproduction ratio from transmission experiments. *Epidemiology and Infection*. 2002; 128 (2): 293–299. <https://doi.org/10.1017/S0950268801006537>
- Белянин С. А. Динамика распространения и мониторинг эпизоотического процесса африканской чумы свиней в Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Псков; 2013. 27 с.
- Dixon L. K., Stahl K., Jori F., Vial L., Pfeiffer D. U. African swine fever epidemiology and control. *Annual Review of Animal Biosciences*. 2020; 8: 221–246. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021419-083741>
- Scollo A., Valentini F., Franceschini G., Rusinà A., Calò S., Capra V., et al. Semi-quantitative risk assessment of African swine fever virus introduction in pig farms. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10:1017001. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1017001>
- Pfeiffer D. U., Ho H. P. J., Bremang A., Kim Y. Compartmentalisation guidelines – African swine fever. Paris: World Organisation for Animal Health; 2021. 148 p. <https://www.woah.org/app/uploads/2021/10/asf-compartmentalisationguidelines-en.pdf>
- Blome S., Franzke K., Beer M. African swine fever – A review of current knowledge. *Virus Research*. 2020; 287:198099. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198099>
- Караулов А. К., Шевцов А. А., Петрова О. Н., Коренной Ф. И., Гуленкин В. М. Эпизоотия АЧС на территории Российской Федерации: прогноз развития ситуации на 2021 год и рекомендации по мерам ее сдерживания. *БИО*. 2021; (2): 14–21. <https://www.elibrary.ru/jqnqdk>
- Чернышев Р. С., Спрыгин А. В., Иголкин А. С., Жбанова Т. В., Перевозчикова Н. А., Роменская Д. В. и др. Современные подходы к специфической профилактике африканской чумы свиней (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2022; 57 (4): 609–627. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.4.609rus>
- Alarcón L. V., Allepuz A., Mateu E. Biosecurity in pig farms: a review. *Porcine Health Management*. 2021; 7:5. <https://doi.org/10.1186/s40813-020-00181-z>
- Viltrop A., Reimus K., Niine T., Mõtus K. Biosecurity levels and farm characteristics of African swine fever outbreak and unaffected farms in Estonia – What can be learned from them? *Animals*. 2022; 12 (1):68. <https://doi.org/10.3390/ani12010068>
- World Organisation for Animal Health. GF-TADs – Standing Group of Experts on African Swine Fever in Europe. <https://rr-europe.woah.org/en/Projects/gf-tads-europe/standing-groups-of-experts-on-african-swine-fever-in-europe>
- Шикина М. А. Биобезопасность и экспортный потенциал: взаимосвязь, синергия, эффективность: презентация ГК «Агропромкомплектация». М.; 2020. <https://old.fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/news/files/37752/biosafety.pdf>
- World Organisation for Animal Health. African swine fever: WOH warns Veterinary Authorities and pig industry of risk from use of sub-standard vaccines. <https://www.woah.org/en/african-swine-fever-woah-warns-veterinary-authorities-and-pig-industry-of-risk-from-use-of-sub-standard-vaccines%E2%80%AF>

27. Шевцов А. А., Караулов А. К., Щербаков А. В., Оганесян А. С., Макаренко И. А. Совершенствование отечественных нормативных требований по надзору и контролю за репродуктивно-респираторным синдромом свиней. *Ветеринария*. 2022; (4): 3–9. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.4.03-09>

28. Южаков А. Г., Жукова Е. В., Алипер Т. И., Гулюкин А. М. Репродуктивно-респираторный синдром свиней: ситуация в России. *Свиноводство*. 2022; (5): 32–35. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-5-32-35>

29. Глазунова А. А., Корогодина Е. В., Севских Т. А., Краснова Е. А., Кукушкин С. А., Блохин А. А. Репродуктивно-респираторный синдром свиней в свиноводческих предприятиях (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23 (5): 600–610. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.600-610>

30. Dee S., Deen J., Rossow K., Wiese C., Otake S., Joo H. S., Pijoan C. Mechanical transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus throughout a coordinated sequence of events during cold weather. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2002; 66 (4): 232–239. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC227010>

31. Havas K. A., Makau D. N., Shapovalov S., Tolkova E., VanderWaal K., Tkachyk T., et al. A molecular and epidemiological description of a severe porcine reproductive and respiratory syndrome outbreak in a commercial swine production system in Russia. *Viruses*. 2022; 14 (2):375. <https://doi.org/10.3390/v14020375>

32. Raev S., Yuzhakov A., Bulgakov A., Kostina L., Gerasianinov A., Verkhovsky O., et al. An outbreak of a respiratory disorder at a Russian swine farm associated with the co-circulation of PRRSV1 and PRRSV2. *Viruses*. 2020; 12 (10):1169. <https://doi.org/10.3390/v12101169>

33. Krasnikov N., Yuzhakov A., Aliper T., Gulyukin A. Metagenomic approach reveals the second subtype of PRRSV-1 in a pathogen spectrum during a clinical outbreak with high mortality in Western Siberia, Russia. *Viruses*. 2023; 15 (2):565. <https://doi.org/10.3390/v15020565>

34. Yuzhakov A. G., Raev S. A., Shchetin A. M., Gushchin V. A., Alekseev K. P., Stafford V. V., et al. Full-genome analysis and pathogenicity of a genetically distinct Russian PRRSV-1 Tyu16 strain. *Veterinary Microbiology*. 2020; 247:108784. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108784>

35. Chase-Topping M., Xie J., Pooley C., Trus I., Bonckaert C., Rediger K., et al. New insights about vaccine effectiveness: Impact of attenuated PRRS-strain vaccination on heterologous strain transmission. *Vaccine*. 2020; 38 (14): 3050–3061. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.02.015>

36. Infection with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. In: *WOAH. Terrestrial Animal Health Code. Chapter 15.3*. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2023/chapitre_prrs.pdf

37. Оганесян А. С., Шевцов А. А., Щербаков А. В., Коренной Ф. И., Караулов А. К. Классическая чума свиней: ретроспективный анализ эпизоотической ситуации в Российской Федерации (2007–2021 гг.) и прогноз на 2022 г. *Ветеринария сегодня*. 2022; 11 (3): 229–238. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2022-11-3-229-238>

38. Acosta A., Dietze K., Baquero O., Osowski G. V., Imbacuan C., Burbano A., et al. Risk factors and spatiotemporal analysis of classical swine fever in Ecuador. *Viruses*. 2023; 15 (2):288. <https://doi.org/10.3390/v15020288>

39. Matsumoto N., Douangneun B., Theppangna W., Khounsy S., Phommachanh P., Toribio J. A., et al. Utilising abattoir sero-surveillance for high-impact and zoonotic pig diseases in Lao PDR. *Epidemiology and Infection*. 2023; 151:e40. <https://doi.org/10.1017/s095026882300016x>

40. Алипер Т. И., Алексеев К. П., Шемельков Е. В., Верховский О. А., Забережный А. Д. Перспектива использования маркированных вакцин против классической чумы свиней в Российской Федерации. *Научные основы производства и обеспечения качества биологических препаратов: материалы Международной практической конференции, посвященной 100-летию Армавирской биофабрики (Армавир, 20–21 августа 2021 г.)*. Армавир: ВНИТИБП; 2021; 54–60. <https://elibrary.ru/upxsqy>

REFERENCES

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Organisation for Animal Health, World Bank. Good practices for biosecurity in the pig sector – Issues and options in developing and transition countries. *FAO Animal Production and Health*. Rome; FAO; 2010; No. 169. 79 p. <https://www.fao.org/4/i1435e/i1435e00.pdf>

2. Analytical quarterly accrual-basis report on the epidemic situation in the country (based on the data from the Veterinary Department of the Ministry of Agriculture). Animal disease situation in the Russian Federation. <https://fsvps.gov.ru/jepizooticheskaja-situacija/rossijskij-analiticheskij-ezhkvartalnyj-s-narastajushhim-itogom-otchet-po-jepizotsituacii-v-strane-po-dannym-departamenta-veterinarij-msh> (in Russ.)

3. World Organisation for Animal Health. World Animal Health Information System (WAHIS). <https://wahis.woah.org/#/home>

4. Kendall M. G., Babington Smith B. The problem of *m* rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*. 1939; 10 (3): 275–287. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177732186>

5. Shakhov A. G., Anufriev A., Anufriev P. Faktornye infektsii svinей = Factor infections of pigs. *Animal Husbandry of Russia*. 2005; (5): 24–27. <https://www.elibrary.ru/zjuuyr> (in Russ.)

6. Gerunov T. V., Gerunova L. K., Pleshakova V. I., Konev A. V. Opportunistic infections in animals: spread causes and preventive measures. *Bulliten KrasSAU*. 2022; (10): 152–160. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-10-152-160> (in Russ.)

7. Sibgatullova A. K., Vlasov M. E., Pivova E. Yu., Guzalova A. G., Balyshv V. M. The role of arthropods, hematophagous, rodents, carnivores and birds in the spread of ASF. *Veterinariya*. 2022; (9): 3–8. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.9.03-08> (in Russ.)

8. Korennoy F. I., Gulenkin V. M., Gogin A. E., Vergne T., Karaulov A. K. Estimating the basic reproductive number for African swine fever using the Ukrainian historical epidemic of 1977. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2017; 64 (6): 1858–1866. <https://doi.org/10.1111/tbed.12583>

9. Gulenkin V. M., Korennoy F. I., Karaulov A. K., Dudnikov S. A. Cartographical analysis of African swine fever outbreaks in the territory of the Russian Federation and computer modeling of the basic reproduction ratio. *Preventive Veterinary Medicine*. 2011; 102 (3): 167–174. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.07.004>

10. Pileri E., Martín-Valls G. E., Díaz I., Allepuz A., Simon-Grifé M., García-Saenz A., et al. Estimation of the transmission parameters for swine influenza and porcine reproductive and respiratory syndrome viruses in pigs from weaning to slaughter under natural conditions. *Preventive Veterinary Medicine*. 2017; 138: 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.01.008>

11. Pileri E., Mateu E. Review on the transmission porcine reproductive and respiratory syndrome virus between pigs and farms and impact on vaccination. *Veterinary Research*. 2016; 47:108. <https://doi.org/10.1186/s13567-016-0391-4>

12. Rose N., Renon P., Andraud M., Paboeuf F., Le Potier M. F., Bourry O. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSv) modified-live vaccine reduces virus transmission in experimental conditions. *Vaccine*. 2015; 33 (21): 2493–2499. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2015.03.040>

13. Pileri E., Gibert E., Soldevila F., García-Saenz A., Pujols J., Diaz I., et al. Vaccination with a genotype 1 modified live vaccine against porcine reproductive and respiratory syndrome virus significantly reduces viremia, viral shedding and transmission of the virus in a quasi-natural experimental model. *Veterinary Microbiology*. 2015; 175 (1): 7–16. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2014.11.007>

14. Klinkenberg D., de Bree J., Laevens H., de Jong M. C. M. Within- and between-pen transmission of Classical Swine Fever Virus: a new method to estimate the basic reproduction ratio from transmission experiments. *Epidemiology and Infection*. 2002; 128 (2): 293–299. <https://doi.org/10.1017/s0950268801006537>

15. Belyanin S. A. African swine fever spread dynamics and epizootic process monitoring in the Russian Federation: Author's abstract of thesis for degree of Cand. Sci. (Veterinary Medicine). Pokrov; 2013. 27 p. (in Russ.)

16. Dixon L. K., Stahl K., Jori F., Vial L., Pfeiffer D. U. African swine fever epidemiology and control. *Annual Review of Animal Biosciences*. 2020; 8: 221–246. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021419-083741>

17. Scollo A., Valentini F., Franceschini G., Rusinà A., Calò S., Capa V., et al. Semi-quantitative risk assessment of African swine fever virus introduction in pig farms. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023; 10:1017001. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1017001>

18. Pfeiffer D. U., Ho H. P. J., Bremang A., Kim Y. Compartmentalisation guidelines – African swine fever. Paris: World Organisation for Animal Health; 2021. 148 p. <https://www.woah.org/app/uploads/2021/10/asf-compartmentalisationguidelines-en.pdf>

19. Blome S., Franke K., Beer M. African swine fever – A review of current knowledge. *Virus Research*. 2020; 287:198099. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198099>

20. Karaulov A. K., Shevtsov A. A., Petrova O. N., Korennoy F. I., Gulenkin V. M. Epizootiya AChS na territorii Rossijskoi Federatsii: prognoz razvitiya situatsii na 2021 god i rekomendatsii po meram ee sderzhivaniya = ASF epizootic in the Russian Federation: situation evolution forecast for 2021 and recommendations on containment measures. *BIO*. 2021; (2): 14–21. <https://www.elibrary.ru/jqnqdk> (in Russ.)

21. Chernyshev R. S., Sprygin A. V., Igolkin A. S., Zhanova T. V., Perevozchikova N. A., Romenskaya D. V., et al. Current approaches to the vaccine development for African swine fever (review). *Agricultural Biology*. 2022; 57 (4): 609–627. <https://10.15389/agrobiol.2022.4.609eng>

22. Alarcón L. V., Allepuz A., Mateu E. Biosecurity in pig farms: a review. *Porcine Health Management*. 2021; 7:5. <https://doi.org/10.1186/s40813-020-00181-z>

23. Viltrop A., Reimus K., Niine T., Mõtus K. Biosecurity levels and farm characteristics of African swine fever outbreak and unaffected farms in Estonia – What can be learned from them? *Animals*. 2022; 12 (1):68. <https://doi.org/10.3390/ani12010068>

24. World Organisation for Animal Health. GF-TADs – Standing Group of Experts on African Swine Fever in Europe. <https://tr-europe.woah.org/en/Projects/gf-tads-europe/standing-groups-of-experts-on-african-swine-fever-in-europe>
25. Shikina M. A. Biosafety and export potential: interrelation, synergy, effectiveness: presentation of the Agropromkomplektatsiya group of companies. Moscow; 2020. <https://old.fsvps.gov.ru/fsvps-docs/ru/news/files/37752/biosafety.pdf> (in Russ.)
26. World Organisation for Animal Health. African swine fever: WOAH warns Veterinary Authorities and pig industry of risk from use of sub-standard vaccines. <https://www.woah.org/en/african-swine-fever-woah-warns-veterinary-authorities-and-pig-industry-of-risk-from-use-of-sub-standard-vaccines%E2%80%AF>
27. Shevtsov A. A., Karaulov A. K., Shcherbakov A. V., Oganessian A. S., Makarenko I. A. Improving national regulatory requirements for surveillance and control of porcine reproductive and respiratory syndrome. *Veterinariya*. 2022; (4): 3–9. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2022.25.4.03-09> (in Russ.)
28. Yuzhakov A. G., Zhukova E. V., Aliper T. I., Gulyukin A. M. Porcine reproductive respiratory syndrome: situation in Russia. *Pigbreeding*. 2022; (5): 32–35. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-5-32-35> (in Russ.)
29. Glazunova A. A., Korogodina E. V., Sevskikh T. A., Krasnova E. A., Kukushkin S. A., Blokhin A. A. Reproductive and respiratory syndrome of pigs in pig breeding enterprises (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022; 23 (5): 600–610. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.600-610> (in Russ.)
30. Dee S., Deen J., Rossow K., Wiese C., Otake S., Joo H. S., Pijoan C. Mechanical transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus throughout a coordinated sequence of events during cold weather. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 2002; 66 (4): 232–239. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC227010>
31. Havas K. A., Makau D. N., Shapovalov S., Tolkova E., VanderWaal K., Tkachyk T., et al. A molecular and epidemiological description of a severe porcine reproductive and respiratory syndrome outbreak in a commercial swine production system in Russia. *Viruses*. 2022; 14 (2):375. <https://doi.org/10.3390/v14020375>
32. Raev S., Yuzhakov A., Bulgakov A., Kostina L., Gerasianinov A., Verkhovsky O., et al. An outbreak of a respiratory disorder at a Russian swine farm associated with the co-circulation of PRRSV1 and PRRSV2. *Viruses*. 2020; 12 (10):1169. <https://doi.org/10.3390/v12101169>
33. Krasnikov N., Yuzhakov A., Aliper T., Gulyukin A. Metagenomic approach reveals the second subtype of PRRSV-1 in a pathogen spectrum during a clinical outbreak with high mortality in Western Siberia, Russia. *Viruses*. 2023; 15 (2):565. <https://doi.org/10.3390/v15020565>
34. Yuzhakov A. G., Raev S. A., Shchetinin A. M., Gushchin V. A., Alekseev K. P., Stafford V. V., et al. Full-genome analysis and pathogenicity of a genetically distinct Russian PRRSV-1 Tyu16 strain. *Veterinary Microbiology*. 2020; 247:108784. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108784>
35. Chase-Topping M., Xie J., Pooley C., Trus I., Bonckaert C., Rediger K., et al. New insights about vaccine effectiveness: Impact of attenuated PRRS-strain vaccination on heterologous strain transmission. *Vaccine*. 2020; 38 (14): 3050–3061. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.02.015>
36. Infection with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. In: WOAH. *Terrestrial Animal Health Code. Chapter 15.3*. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2023/chapitre_prsv.pdf
37. Oganessian A. S., Shevtsov A. A., Shcherbakov A. V., Korennoy F. I., Karaulov A. K. Classical swine fever: a retrospective analysis of the epizootic situation in the Russian Federation (2007–2021) and forecast for 2022. *Veterinary Science Today*. 2022; 11 (3): 229–238. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2022-11-3-229-238>
38. Acosta A., Dietze K., Baquero O., Osowski G. V., Imbacuan C., Burbano A., et al. Risk factors and spatiotemporal analysis of classical swine fever in Ecuador. *Viruses*. 2023; 15 (2):288. <https://doi.org/10.3390/v15020288>
39. Matsumoto N., Douangneun B., Theppangna W., Khounsy S., Phommachanh P., Toribio J. A., et al. Utilising abattoir sero-surveillance for high-impact and zoonotic pig diseases in Lao PDR. *Epidemiology and Infection*. 2023; 151:e40. <https://doi.org/10.1017/S095026882300016x>
40. Aliper T. I., Alekseev K. P., Shemelkov E. V., Verkhovsky O. A., Zaberzhny A. D. The prospect of using marked vaccines against classical swine fever in the Russian Federation. *Nauchnye osnovy proizvodstva i obespecheniya kachestva biologicheskikh preparatov: materialy Mezhdunarodnoi prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu Armavirskoi biofabriki (Armavir, 20–21 avgusta 2021 g.) = Scientific bases for biological product manufacture and quality assurance: proceedings of International Research-to-Practice Conference dedicated to the 100th anniversary of Armavir Biofactory (Armavir, 20–21 August 2021)*. Armavir: All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry; 2021; 54–60. <https://elibrary.ru/upxsqy> (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 15.04.2024

Поступила после рецензирования / Revised 20.05.2024

Принята к публикации / Accepted 31.07.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Оганесян Андрей Серожович, канд. вет. наук, заведующий сектором информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-0061-5799>, oganesyan@arriah.ru

Шибаяев Михаил Александрович, канд. вет. наук, заведующий сектором информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9382-0109>, shibaev@arriah.ru

Петрова Ольга Николаевна, канд. биол. наук, заместитель заведующего сектором информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3939-1929>, petrova@arriah.ru

Баскакова Наталья Евгеньевна, ведущий специалист информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; baskakova@arriah.ru

Караулов Антон Константинович, канд. вет. наук, советник, ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-5731-5762>, karaulov@arriah.ru

Andrey S. Oganessian, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Sector, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-0061-5799>, oganesyan@arriah.ru

Mikhail A. Shibayev, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Sector, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9382-0109>, shibaev@arriah.ru

Olga N. Petrova, Cand. Sci. (Biology), Deputy Head of the Sector, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3939-1929>, petrova@arriah.ru

Natalia Ye. Baskakova, Leading Specialist, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; baskakova@arriah.ru

Anton K. Karaulov, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Advisor, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5731-5762>, karaulov@arriah.ru

Вклад авторов: Авторы внесли равный вклад в проведение исследования: сбор и анализ материала; определение целей и задач, методов исследования; формулирование и научное обоснование выводов, оформление ключевых результатов исследования в виде статьи.

Contribution: The authors have made equal contribution to the study: data collection and analysis; determination of goals and objectives, methods of the study; formulation and scientific justification of conclusions, documentation of key outputs from the study in the paper.