

Репродуктивно-респираторный синдром свиней в свиноводческих предприятиях (обзор)

© 2022. А. А. Глазунова¹✉, Е. В. Корогодина¹, Т. А. Севских¹,
Е. А. Краснова¹, С. А. Кукушкин², А. А. Блохин¹

¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии»,
Владимирская обл., пос. Вольгинский, Российская Федерация,

²ООО «Берингер Ингельхайм», г. Москва, Российская Федерация

Репродуктивно-респираторный синдром свиней (PPCS) вызывает существенные экономические потери в свиноводстве во многих странах мира. Вирус высококонтагиозен и распространяется как аэрозольно, так и со всеми биологическими выделениями, а само заболевание характеризуется лихорадкой, снижением веса и абортацией плодов. Данная болезнь свиней является относительно новой. Первые клинические признаки были описаны в 1986, а в 1991 году был выделен возбудитель. Главными проблемами, препятствующими борьбе с вирусом, в настоящее время остаются: недостаточная эффективность существующих вакцин, высокая генетическая изменчивость возбудителя, способность вируса PPCS подавлять иммунную систему хозяина и длительное вирусоносительство у переболевших животных. В обзоре по репродуктивно-респираторному синдрому свиней представлены данные о генетическом разнообразии штаммов вируса, различающихся по степени вирулентности и патогенности, источниках инфекции и путях передачи вируса. Также в статье собраны данные по распространению PPCS в мире и России. Отмечается, что болезнь регистрировалась во многих странах-производителях свиней, где после фазы активного распространения заболевание становилось эндемичным. В 2021 году, по данным Международного Эпизоотического Бюро (МЭБ), вспышки вируса PPCS были выявлены у домашних свиней в Эквадоре, Уругвае, Непале, Китае, Бахрейне, Швейцарии и Украине, а также у кабанов в Бахрейне, Швейцарии и Украине. По опубликованным данным мониторинговых исследований, проведенных в период с 2012 по 2017 гг., на территории России выявлялись только единичные территориально ограниченные вспышки. Более ранние исследования свидетельствуют о широком распространении возбудителя PPCS на территории России. Подробно описана эффективность различных вариантов живых и инактивированных вакцин и установлено, что наиболее эффективны против PPCS живые аттенуированные вакцины. Проанализированы особенности охраны территории ряда государств (Норвегия, Швеция, Финляндия, Швейцария) от заноса возбудителя, которые к настоящему моменту остаются свободными от PPCS, а также опыт Венгрии по эрадикации заболевания. Все профилактические мероприятия в свиноводческом хозяйстве в случае выявления вируса должны включать в себя общие, ветеринарно-санитарные и специальные мероприятия. Для диагностики лучше использовать современные РТ-ПЦР тест-системы, позволяющие различать генотипы PPCS, в сочетании с серологическими тестами, а для вакцинопрофилактики необходимо выбирать зарегистрированную и разрешенную к применению вакцину, исходя из генетических характеристик циркулирующего в данной местности возбудителя.

Ключевые слова: PPCS, диагностика, ликвидация, вакцинация, профилактические мероприятия.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии» (тема № FGNM-0451-2021-0004).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: 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. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.600-610>

Поступила: 27.07.2022

Принята к публикации: 30.09.2022

Опубликована онлайн: 26.10.2022

Reproductive and respiratory syndrome of pigs in pig breeding enterprises (review)

© 2022. Anastasia A. Glazunova¹✉, Elena V. Korogodina¹, Timofey A. Sevskikh¹,
Elena A. Krasnova¹, Sergey A. Kukushkin², Andrey A. Blokhin¹

¹Federal Research Center for Virology and Microbiology, Volginsky, Vladimir region,
Russian Federation

²Boehringer Ingelheim, Moscow, Russian Federation

Porcine Reproductive Respiratory Syndrome (PRRS) causes significant economic losses in pig production around the world. The virus is highly contagious and spreads both by aerosol and with all biological secretions, and the disease itself is characterized by fever, weight loss and abortion of fetuses. This swine disease is relatively new, for the first-time clinical signs were described in 1986, and in 1991 the pathogen was isolated. The main problems hindering the fight against the virus currently remain: the insufficient effectiveness of existing vaccines, the high genetic variability of the pathogen, the ability of PRRSV to suppress the host's immune system, and long-term virus carriers in recovered animals. The review on porcine reproductive and respiratory syndrome presents data on the genetic diversity of virus strains that differ in the degree of virulence and pathogenicity,

sources of infection and ways of transmission of the virus. The article also contains data on the spread of PRRS in the world and in Russia. It is noted that the disease has been reported in many swine-producing countries, where, after a phase of active spread, the disease became endemic. And in 2021, according to the International Epizootic Bureau (OIE), outbreaks of PRRSV were detected in domestic pigs in Ecuador, Uruguay, Nepal, China, Bahrain, Switzerland and Ukraine, as well as in wild boars in Bahrain, Switzerland and Ukraine. According to the published data of monitoring studies conducted in the period from 2012 to 2017, only single territorially limited outbreaks were detected in Russia. Earlier studies indicate a wide distribution of the PRRS pathogen in Russia. The effectiveness of various variants of live and inactivated vaccines is described in detail, and it has been established that live attenuated vaccines are most effective against PRRS. The features of the protection of the territory of a number of states (Norway, Sweden, Finland, Switzerland) from the introduction of the pathogen, which by now remain free from PRRS, as well as the experience of Hungary in the eradication of the disease, are analyzed. All preventive measures in the pig farm in case of detection of the virus should include general, veterinary-sanitary and special measures, for diagnosis it is better to use modern RT-PCR test systems that allow distinguishing PRRS genotypes, in combination with serological tests, and for vaccination choose a registered and approved vaccine based on the genetic characteristics of the pathogen circulating in the area.

Key words: PRRS, diagnostics, eradication, vaccination, preventive measures

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Research Center for Virology and Microbiology (theme No. FGNM-0451-2021-0004).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declared no conflict of interest.

For citation: 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). *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(5):600-610. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.5.600-610>

Received: 27.07.2022 Accepted for publication: 30.09.2022 Published online: 26.10.2022

Репродуктивно-респираторный синдром свиней (РРСС, «болезнь синего уха») является карантинным заболеванием, которое выражается нарушением репродуктивной функции у свиноматок и пневмониями различной тяжести у поросят дорастивания и откорма. Синдром вызывается РНК-вирусом рода *Betaarterivirus*, который принадлежит к семейству *Arteriviridae* отряда *Nidovirales*. Выделяют два генотипа вируса РРСС: *Betaarterivirus*suid 1 (PRRSV-1, референтный штамм *Lelystad*) – «европейский» и *Betaarterivirus*suid 2 (PRRSV-2, референтный штамм VR-2332) – «североамериканский» [1]. Геномные последовательности штаммов PRRSV-1 и PRRSV-2 идентичны примерно на 60 % [2, 3].

Болезнь приводит к гибели молодняка, недополучению мясной продукции от возрастных групп животных и ощутимым затратам на лечебные и профилактические мероприятия.

Первые клинические признаки заболевания впервые были описаны в США в 1986-1987 годах, в Европе в 1990 году в Германии. Возбудитель был выделен в Нидерландах в 1991 году в институте г. Лелистад, в честь которого и был назван первый штамм вируса. С тех пор болезнь широко распространилась во многих странах-производителях свиней, где после фазы активного распространения заболевание стало эндемичным [2].

В настоящее время РРСС – одна из самых распространенных болезней свиней в мире.

Например, в США ежегодные убытки от РРСС оцениваются в 560 миллионов долларов. Недавние масштабные эпизоотии РРСС с высокой (~20 %) смертностью привели к серьезным экономическим и санитарным потерям в Китае, затронув более 2 миллионов свиней в 25 провинциях из 34 [4]. В России, по наблюдениям специалистов компании «Boehringer Ingelheim», из-за наличия РРСС-позитивных хозяйств, объем недополученной продукции от свинины за год составляет 320028 тонн [5].

Вирус в большинстве случаев летален лишь для поросят, редко вызывая смерть у взрослых животных с сопутствующими инфекциями. Однако за счет рекомбинаций и мутаций вирус может существенно повышать летальность. Так, в 2006 году в Китае новый вариант вируса РРСС характеризовался средней летальностью в 20 % у всех возрастных групп свиней, в то время как в отдельных стадах отмечалась 100%-ная гибель поголовья без привязки к возрасту и статусу животного [6].

По последним данным отчета МЭБ (июль-декабрь 2021 года)¹, вспышки вируса РРСС были выявлены у домашних свиней в Эквадоре, Уругвае, Непале, Китае, Бахрейне, Швейцарии и Украине, а также у кабанов в Бахрейне, Швейцарии и Украине. Среди домашних свиней остаются активными очаги в Китае, Эквадоре, Непале, Уругвае. За указанный период данные в МЭБ по вспышкам РРСС на территории Российской Федерации отсутствуют.

¹World Organisation for Animal Health. [Электронный ресурс]. URL: <https://wahis.woah.org/#/event-management> (дата обращения: 18.02.2022).

Вирус РРСС инфицирует свиней всех половозрастных групп. Пути передачи инфекции включают в себя трансплацентарный, воздушно-капельный, с экскретами и секретами, в том числе спермой хряков [5]; чаще всего передача вируса происходит при непосредственном контакте и через выделения экскретов и секретов от больных восприимчивых животных².

Переболевшие или бессимптомные инфицированные свиньи могут выступать переносчиками заболевания до полугода, способствуя дальнейшему распространению болезни и поддерживая его циркуляцию в стаде, что сильно усложняет реализацию борьбы с инфекцией.

На сегодняшний день вакцинопрофилактика позволяет повысить показатели воспроизводства животных, но не решает вопрос с искоренением болезни полностью. По данным проведенных мониторинговых исследований по распространению вируса РРСС, на территории России за 2012-2017 гг. при серологическом исследовании в 14 хозяйствах 10 регионов было выявлено 12,7 % серопозитивных животных, у 6,1 % свиней в крови детектировали РНК вируса методом ПЦР³.

Болезнь является высоколетальной для молодняка свиней, угнетает иммунную систему зараженных животных, типичен длительный период вирусоносительства переболевших особей. Все эти особенности заболевания обуславливают актуальность ликвидации данной инфекции в неблагополучных регионах и разработку особых мер по контролю болезни на крупных свиноводческих предприятиях и репродукторах.

Цель работы – изучение распространения репродуктивно-респираторного синдрома свиней на территории Российской Федерации и анализ успешного зарубежного опыта ликвидации болезни.

Материалы и методы. Данные по вспышкам РРСС за 2019-2021 гг. были получены из ФГБУ «Центр ветеринарии» и с сайта автоматизированной системы реестра по надзорным структурам «Цербер» Россельхознадзора. Собранный материал содержал следующие сведения: дату вспышки РРСС с указанием административного района субъекта РФ; количество неблагополучных пунктов и заболевших животных в них; данные о диаг-

ностических исследованиях и профилактических вакцинациях от РРСС в регионах за год.

С целью анализа эпизоотологических данных по заболеванию и опыта ликвидации болезни на ранее неблагополучных территориях в мире был произведен поиск литературных источников путем запроса в базах PubMed, Web of Science и Scopus по ключевым словам: вирус РРСС, распространение в мире, ликвидация, вакцинация. Дополнительные документы были найдены путем ручного поиска на порталах Россельхознадзора и в справочных правовых системах РФ.

Основная часть. Характеристика вируса РРСС. Вирус РРСС – один из самых мутирующих РНК-вирусов [7]. Как уже было сказано, выделяют 2 генотипа ВРРСС: тип 1 вируса РРСС изначально циркулировал в странах Европы, тип 2 – в странах Северной Америки и Юго-Восточной Азии, однако в настоящее время во всех этих регионах циркулируют оба генотипа вируса. При этом даже самые вирулентные его штаммы могут вызывать только относительно слабый гуморальный и клеточный иммунный ответ [8, 9].

Внутри основных генотипов выделяют также стабильные подтипы вируса, отличающиеся по степени вирулентности и патогенности. Так, в первом генотипе выделяют три основных подтипа, из которых подтип 2 (штамм *Bor*) и подтип 3 (штамм *Lena*) наиболее вирулентны. Внутри второго генотипа выделяют девять устойчивых подтипов [10, 11].

РРСС инфицирует все виды хозяйств, включая фермы с высоким и низким статусом биобезопасности, с экстенсивным или интенсивным видом производственной системы.

К вирусу РРСС восприимчивы домашние свиньи всех пород и возрастных групп, а также кабаны, которые могут выступать в роли источника и резервуара возбудителя инфекции [1, 12]. Однако клинические проявления этой болезни регистрируют чаще всего у свиноматок и поросят от первых дней жизни до конца дорастивания, а иногда и в период откорма. Наиболее восприимчивы к инфекции 4-8-недельные поросята, для них также характерна продолжительная виремия и более интенсивное выделение вируса в окружающую среду, чем у свиней старшего возраста [13].

²Global PRRS Solutions. [Электронный ресурс] URL: <https://www.prrs.com/#/prrs-transmission> (дата обращения: 14.02.2022).

³Булгаков А. Д. Распространенность основных вирусных респираторных инфекций в свиноводческих хозяйствах РФ. Автореферат дис. ...канд. вет. наук. М., 2018. 24 с. URL: <https://viev.ru/dissertatsionnyiy-sovet/zashhita-dissertatsiy/bulgakov-aleksandr-dmitrievich-2/>

Основные источники возбудителя. Источником возбудителя являются больные, переболевшие или павшие от РРСС свиньи, их органы, кровь, ткани, секреты и экскреты. Основным путем передачи возбудителя является контактный, также трансмиссия может осуществляться половым, аэрогенным и трансплацентарными путями⁴ [7, 14].

Источниками возбудителя в первую очередь являются живые инфицированные свиньи и сперма от зараженных хряков, также ими могут быть трупы павших свиней, продукты убоя, отходы, полученные при переработке сырья животного происхождения, корма, вода, почва, подстилка, навоз, инвентарь и иные материально-технические средства, контаминированные возбудителем [15].

Насекомые – комары (*Aedes vexans*) и домашние мухи (*Musca domestica*) могут служить механическими векторами вируса РРСС в течение нескольких часов (вирус не реплицируется внутри этих видов насекомых) [16].

Статистические данные по регистрации вспышек РРСС в РФ. На территории Российской Федерации вирус был впервые обнаружен в 1991 году в Курской области в ходе широкомасштабных мониторинговых исследований. В нашей стране в основном циркулирует вирус европейского типа [17].

По данным Реестра поднадзорных объектов «Чербер», в 2019 году заболевание регистрировалось в Орловской области (1 н. п., заболело 45 голов) и в Алтайском крае (2 н. п., заболело 32 головы). В 2020 году неблагополучный пункт был выявлен в Южном федеральном округе – в Краснодарском крае (1 н. п., заболело 3 головы).

Помимо этого, в 2020 году на территории Липецкой области в ООО «Черкизово» произошла крупная вспышка РРСС. Заболевание также регистрировалось на объектах ООО «Черкизово» в Воронежской, Тамбовской и Пензенской областях. По результатам проведенных лабораторных исследований была установлена циркуляция вируса РРСС генотипа 1 (Европейский, *Lelystad*), РРСС 1 – дикого типа и вакцинного варианта. До эпизоотии вакцинировали только молодых свинок до перевода в цех осеменения. В качестве

вакцины в ООО «Черкизово» использовали вакцину Порцилис PRRS производства компании MSD (Boxmeer, Нидерланды) на основе штамма DV вируса РРСС1 [18].

В 2021 году болезнь официально регистрировали в начале года на территориях Южного федерального округа в Ростовской области (2 н. п., заболело 94 головы) и Сибирского федерального округа в Республике Хакасия (1 н. п., заболело 5 голов). В середине года был выявлен еще один очаг в Иркутской области (заболела 1 голова).

Данные официальной статистики за 2019-2021 гг. по распространению РРСС в РФ сильно контрастируют с ранее проведенными мониторинговыми исследованиями. Так, по данным ФГБУ «ВНИИЗЖ», в период с 1997 по 2007 год было исследовано 513 хозяйств из 54 субъектов Российской Федерации, из них 355 (69,2 %) хозяйств из 51 (94,4 %) региона страны являлись положительными по РРСС. По данным официальной статистики, на 2019-2021 гг. неблагополучными по РРСС являлись 11,8 % субъектов. Эти противоречия наглядно демонстрируют, что многие позитивные хозяйства и случаи вспышек остаются за пределами официальной статистики.

Методы мониторинга РРСС. В основе мониторинга свиноводческих хозяйств по РРСС лежит серологический скрининг. Целевыми группами для отбора проб в каждом официально зарегистрированном хозяйстве или стаде должны быть не только племенные животные (свиноматки, поросята, племенные хряки), но и свиньи на откорме. По результатам обследований хозяйства и стада получают соответствующий статус. В случае выявления в хозяйствах серопозитивных по РРСС животных на фоне отсутствия вакцинации их признают неблагополучными и в них проводятся мероприятия, изложенные в п. 4.2. ветеринарных правил. Повторный отбор проб и проведение лабораторных исследований осуществляют в течение последующих 14-21 суток⁵.

По данным ФГБУ «Центр ветеринарии», всего за 2021 год в России было проведено 82082 диагностических исследования свиной РРСС (табл. 1).

⁴Кукушкин С. А. Разработка средств специфической профилактики репродуктивно-респираторного синдрома свиней. Автореферат дис. ... д-ра вет. наук. М., 2009. 35 с. URL: <https://new-disser.ru/avtoreferats/01004564441.pdf>

⁵Приказ № 625 от 26.10.2020 г. «Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов репродуктивно-респираторного синдрома свиней (РРСС). Электронный фонд правовых нормативно-технических документов. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566135215> (дата обращения: 20.02.2022).

Таблица 1 – Данные по мониторинговым исследованиям и профилактической вакцинации против РРСС за 2021 год в России, гол. /

Table 1 – Data on monitoring studies and preventive vaccination against RRSS for 2021 in Russia, heads

Федеральный округ РФ / Federal district of Russia	Поголовье свиней на 2020 г. / Number of pigs for 2020	Количество / Number	
		вакцинированных животных / vaccinated animals	диагностических исследований / diagnostic tests
Центральный / Central	13 417472	4 730851	67781
Северо-Западный / Northwest	2 164183	65397	563
Южный / South	1 432231	377006	7594
Северо-Кавказский / North-Caucasian	414599	1425	0
Приволжский / Privolzhsky	3 963473	809415	3486
Уральский / Uralsky	1 523563	855573	2208
Сибирский / Siberian	2 453082	856881	433
Дальневосточный / Far Eastern	481544	17521	17

Диагноз на РРСС ставится на основании эпизоотологических, клинических, патолого-анатомических данных и результатов лабораторных исследований. Наличие одних лишь клинических признаков заболевания недостаточно для постановки диагноза, поскольку похожие респираторные и репродуктивные симптомы могут быть вызваны вирусами гриппа и парвовируса свиней, болезни Ауески и целым рядом других возбудителей. Постановка диагноза на РРСС серьезно осложняется развитием вторичных инфекций на фоне снижения иммунитета. Для проведения лабораторных исследований чаще используют цельную кровь, сыворотку крови, а также пробы легких и лимфатических узлов от больных, павших и подозреваемых в заражении животных⁶ [19].

Одним из методов лабораторной диагностики вируса РРСС является полимеразная цепная реакция (ПЦР) с обратной транскрипцией в различных ее вариантах [20]. Данный метод может использоваться для выявления возбудителя РРСС в различных тканях и органах, сперме животных, цельной крови и сыворотке крови. Для количественной оценки вируса РРСС в пробе можно использовать метод ПЦР в реальном времени (Real-time PCR).

По действующим ветеринарным правилам от 26.10.2020 года №625 для диагностики РРСС используют серологические тесты, которые просты в постановке и обладают высокой специфичностью и чувствительностью.

По литературным данным, в качестве «золотого стандарта» в мире используют коммерческий диагностический набор ИФА «HerdCheck PRRS antibody ELISA X3» (IDEXX), позволяющий выявлять антитела к вирусу РРСС обоих генотипов [21].

В научных целях также применяют выделение вируса в культуре клеток, иммунопероксидазное окрашивание (ИПО), зараженного вирусом монослоя культуры клеток [22] и непрямой иммунофлуоресцентный анализ (метод флуоресцирующих антител, МФА) [23], основанные на специфическом связывании антител с антигенами вируса, размноженного в альвеолярных макрофагах свиней или в культуре клеток МА104. Однако эти методы довольно трудоемки и не используются в рутинной диагностике.

Следует отметить, что серологические методы диагностики могут осложняться антигенной вариабельностью штаммов, поэтому для подтверждения диагноза требуется обнаружить генетический материал возбудителя в ПЦР. При использовании живых вакцин в хозяйстве также необходимо проведение секвенирования для определения принадлежности вируса к вакцинному штамму или полевому изоляту.

При подозрении на заболевание до начала вакцинации необходимо обязательно проводить лабораторные исследования с целью подтверждения циркуляции полевого вируса РРСС в стаде [3, 24, 25, 26, 27, 28, 29].

⁶Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 02.03.2022).

Иммунопрофилактика РРСС. На сегодняшний день для иммунизации животных против РРСС в мире широко применяют различные варианты живых и инактивированных вакцин, которые безопасны с точки зрения реверсии вируса к дикому типу и передачи вакцинных штаммов невакцинированным животным. Однако их эффективность относительно живых модифицированных вакцин значительно ниже. Особо следует отметить, что ослабленные живые вакцины против РРСС способны вызывать иммунный ответ против генетически гомологичных штаммов, что может снизить экономические потери, но обеспечивать лишь частичную защиту от гетерологичных инфекционных штаммов [10, 11, 30].

Эффективность ослабленных живых вакцин обусловлена тем, что они обеспечивают развитие не только гуморального, но и клеточного иммунного ответа против вируса РРСС. Однако у живых вакцин есть и существенные недостатки. Так, после иммунизации живыми вакцинами у свиней развивается вирусемия и в течение нескольких недель с секретами выделяется вакцинный вирус [10, 31, 32], который может прямо или опосредованно передаваться восприимчивым невакцинированным животным. Это вызывает опасения в связи с высокой изменчивостью вируса: вакцинные штаммы способны рекомбинировать с вирулентными штаммами, что гипотетически может привести к их реверсии к вирулентному типу [10, 30, 33, 34]. При этом рекомбинации происходят как между полевым и вакцинным штаммами [33, 35, 36], так и между штаммами из разных вакцин [37, 38].

Основная проблема любой вакцины против вируса РРСС состоит в том, что она должна защищать от полевых штаммов вируса РРСС, которые демонстрируют значительное генетическое разнообразие [39]. Решением могло бы быть применение поливалентных (содержащих несколько штаммов) вакцин, но по опубликованным данным, такая поливалентная вакцина менее эффективна по сравнению с одноштаммовой. Также было отмечено появление лимфоидных гиперплазий у свиней, вакцинированных поливалентной вакциной, что вызывает опасения по поводу безопасности таких вакцин [40]. В качестве альтернативы состав вакцины следует регулярно адаптировать к фактически циркулирующим штаммам, как в случае с вакцинами против вируса гриппа, но в реальности это трудновы-

полнимо [18]. В настоящее время в Евросоюзе ЕМА (Европейское медицинское агентство) запрещено одновременное использование в одном хозяйстве/стаде нескольких живых вакцин. Вся популяция стада должна быть привита живой вакциной, произведённой только из одного вакцинного штамма.

На использование живых вакцин против РРСС существует ряд ограничений, обусловленных рисками, связанными с их применением: возможная реверсия вакцинного вируса РРСС в вирулентное состояние, дальнейшая его персистенция и экскреция во внешнюю среду, трансплацентарная передача, выделение со спермой у хряков. Поэтому применять живые аттенуированные вакцины против РРСС (независимо от их производителя и места регистрации) запрещено в негативных хозяйствах, т. е. в стадах с отсутствием циркуляции полевого вируса [9, 24]. Применение живых вакцин внутри неблагополучного хозяйства должно обязательно сопровождаться определением генотипической принадлежности вакцинного и циркулирующего в хозяйстве вируса РРСС с помощью метода секвенирования генов. При этом степень родства вакцинного и полевого вируса не коррелирует с эффективностью вакцин и не является критерием выбора той или иной вакцины в пределах одного генотипа вируса РРСС.

Оптимистично выглядят результаты использования синтетической вакцины, содержащей в себе антигены из наиболее распространенных штаммов обоих генотипов. Данная вакцина продемонстрировала наиболее высокий уровень гетерологичной защиты среди кандидатных препаратов [38]. Хотя в настоящее время подобные вакцины не нашли широкого применения в полевой практике и около 98 % всех мировых продаж вакцин против РРСС приходится на живые препараты [5].

Согласно нормативным документам и рекомендациям, профилактические мероприятия в свиноводческом хозяйстве в случае выявления вируса РРСС включают в себя общие, ветеринарно-санитарные и специальные мероприятия.

Подходы к ликвидации вируса РРСС. В Европе только 5 стран имеют статус свободных от вируса РРСС: Норвегия, Швеция, Финляндия, Швейцария и Венгрия. Скандинавские страны и Швейцария изначально были негативными в отношении РРСС, так как в этих странах существуют жесткие меры защиты

от заноса возбудителя. Были зарегистрированы единичные заносы вируса РРСС в Швецию, где заболевание ликвидировали путем уничтожения всех животных в первичных очагах. Венгрия сумела ликвидировать заболевание благодаря национальной программе по борьбе с РРСС, где изначально 73% стад были негативными и 27% позитивными. Европейские программы ликвидации РРСС, как правило, основаны на территориальном принципе, который успешно реализовывался, например, в Дании на протяжении многих лет [40]. Принцип этого метода состоит в следующем: поголовье на зараженной ферме ликвидируют полностью или частично, и производят повторное заселение животных в более крупных масштабах.

Данный подход также привел к успешной ликвидации заболевания в Швеции, где болезнь была впервые выявлена в рамках национальной программы эпиднадзора над РРСС в 2007 году. Немедленная мобилизация ветеринарных властей, полевых ветеринаров и свиноводов была необходимым условием для предотвращения распространения болезни. В течение 10 дней семь стад по стране были подтверждены как зараженные. Принятые в отношении инфицированных стад меры включали убой всех свиней в стаде, очистку помещений, дезинфекцию и 3-недельный карантинный период перед повторным заселением стад. Для оценки эффективности этих мер был проведен повторный национальный серологический мониторинг.

Таким образом, это, пожалуй, единственный подход, с помощью которого можно с высокой вероятностью избежать распространения заболевания и повторного инфицирования поголовья свиней, свободных от вируса РРСС [41].

Примечателен пример Венгрии, где программа ликвидации вируса РРСС, основанная на регионализации и «ферма-ориентированном» подходе, началась в 2014 году. Программу проводили в 5 регионах, где на старте программы вирусом РРСС были поражены 27,9% свиноводческих комплексов (62 комплекса), на которых содержалось 31,9% всех свиноматок (25 461 гол.). В ходе реализации программы эрадикации вируса, 33 фермы были оздоровлены методом депопуляции с последующей дезинфекцией помещений и репопуляцией здоровыми животными; 18 ферм переклЮчили исключительно на откорм животных, без полного цикла воспроизведения; на остав-

шихся 11 фермах оздоровление было достигнуто применением вакцинации, тестирования и выемки зараженных животных. Для ликвидации заболевания использовался подход, заключавшийся в 4 последовательных действиях:

1) для откорма разрешалось использовать только свиней из ферм, достоверно свободных от РРСС;

2) после поступления нового поголовья производился карантин всего стада на 60 дней;

3) ПЦР-тест на РРСС проводили через 48 часов после поступления животных на откорм;

4) проводили выборочный серологический тест всех половозрастных групп на РРСС в конце периода карантина.

Если любой диагностический тест давал положительный результат, его повторно подтверждали другим тестом. В случае повторного положительного результата всех животных отправляли на убой в течение 15 дней. После завершения механической очистки и дезинфекции помещений проводили репопуляцию животными, здоровыми по РРСС. К концу 2019 года все действующие фермы Венгрии были оздоровлены от РРСС [38, 42].

Однако описанные приемы ликвидации оказывались действенными только в странах с низкой плотностью популяции домашних свиней и малым размером стад. В регионах с высокой плотностью свиней, крупными размерами хозяйств и эндемичностью заболевания основным методом контроля остается вакцинация в сочетании с технологическими приемами и биобезопасностью [5].

Ликвидация РРСС в масштабах страны, по сути, состоит из трех этапов: разработка, организация и проведение кампании по искоренению.

Первым подготовительным элементом является определение статуса восприимчивого поголовья во всей стране, который включает в себя получение четкой информации о локализации и поголовье стад, выявлении инфицированных животных (хозяйств, популяций), их распределении по хозяйствам различных форм собственности и типа производства (свиноводческие комплексы, КФХ, ЛПХ, откормочные, репродукторы и т. п.).

Необходимо определить местонахождение в стране крупных племенных стад свиней, инфицированных вирусом РРСС. Этот метод требует установления строгих критериев, которые бы четко определяли, какие свиньи считаются инфицированными, подозреваемыми

в заражении или свободными от вируса РРСС. На основе этих критериев необходимо сформулировать четкие требования для определения статуса крупных племенных хозяйств в отношении РРСС [5].

Важным моментом, который стоит отметить, является то, что существующие примеры успешного искоренения основаны, прежде всего, на «ферма-ориентированном» подходе. По результатам классификации хозяйств в плане определяются территории, в которых планируются мероприятия по искоренению заболевания в соответствии с общим планом. Но наряду с этим разрабатываются и отдельные планы искоренения РРСС для каждого свиноводческого хозяйства, включая крупные племенные свиноводческие фермы. Такие планы ликвидации утверждаются ветеринарной администрацией региона.

Согласно действующим правилам, в основе обследования свиноводческих хозяйств лежит серологический мониторинг. Целевыми группами должны быть не только племенные животные (свиноматки, свинки, племенные хряки), но и свиньи на откорме в каждом хозяйстве и стаде, зарегистрированном ветеринарным органом. По результатам обследований, хозяйства и стада получают соответствующий статус. В случае выявления в личных подсобных хозяйствах серологически позитивных по РРСС животных, их признают неблагополучными и проводят депопуляцию стад.

На крупных племенных свиноводческих комплексах методология искоренения РРСС может реализовываться по нескольким сценариям в зависимости от возможностей собственника и уровня инфицирования поголовья:

- полная депопуляция-репопуляция [40], изоляция хозяйства с сохранением воспроизводства и постепенной выбраковкой [28];
- систематическое тестирование и выбраковка позитивных животных и групп [24];
- ужесточение общехозяйственных и ветеринарно-санитарных норм, направленных на прерывание эпизоотической цепи [3, 40];
- вакцинация для всех или определенных половозрастных групп [31, 33].

Однако, как показывает мировая практика, самым эффективным является подход с применением полной депопуляции-репопуляции.

Метод изоляции хозяйства с постепенной депопуляцией-репопуляцией, а также ужесточения общехозяйственных и ветеринарно-санитарных норм не являются эффективными,

поскольку происходит заражение молодняка от взрослых, и это приводит к тому, что хозяйство становится стационарно неблагополучным.

Метод систематического тестирования и выбраковки, реализуемый в течение многих лет, является эффективным, если вирус РРСС, заражающий стадо, имеет низкую вирулентность и не вызывает выраженных клинических признаков. При таких условиях меры по борьбе с РРСС и иммунизация не позволяют вирусу широко циркулировать в стаде.

Сценарий искоренения РРСС, основанный на применении одной лишь вакцинации, вне зависимости от типа применяемых вакцин, в отсутствие постоянного лабораторного мониторинга и мер борьбы, базирующихся на снижении/предотвращении циркуляции и передачи полевого вируса в стаде, также имеет низкую эффективность [38].

Заключение. Распространение РРСС в России, согласно официальным данным, ограничено отдельными территориями. Тем не менее, новые вспышки выявляются каждый год в разных областях, что свидетельствует о более широкой циркуляции вируса в популяции домашних свиней и недостаточности применяемых мер для полной ликвидации заболевания. Особую опасность вирус представляет для крупных комплексов с полным циклом воспроизводства поголовья.

Повысить эффективность мероприятий против РРСС может использование современных РТ-ПЦР тест-систем, позволяющих различать генотипы РРСС, в сочетании с серологическими тестами для точного определения иммунного статуса стада. Информация о генотипе штамма и степени распространения инфекции в стаде поможет выбрать наиболее подходящую стратегию контроля заболевания в данном хозяйстве/области. Зараженные стада рекомендуется подвергнуть депопуляции в случае наличия необходимых условий, в первую очередь низких рисков повторного инфицирования. Важно отметить, что в настоящее время наиболее эффективны против РРСС живые аттенуированные вакцины, поэтому их дальнейшая разработка и совершенствование остаются актуальными вопросами биотехнологии.

Генетические характеристики возбудителя должны учитываться при определении статуса хозяйства и рекомендуемых к использованию вакцин. Поэтому целесообразно регулярно проводить секвенирование выделенных изолятов для подтверждения генотипа вируса в пораженных популяциях и своевременного

применения необходимых профилактических мер. Изучение генетических характеристик отечественных изолятов вируса РРСС также представляет большой научный и практиче-

ский интерес для лучшего понимания особенностей возбудителя, вызываемого им заболевания и дальнейшего совершенствования методов контроля.

References

1. Щербаков А. В., Кукушкин С. А., Тимина А. М., Байбиков Т. З., Ковалишин В. Ф., Каньшина А. В., Бьядоеская О. П., Прохвятилова Л. Б., Ручнова О. И., Бакунов И. Н., Бабкин М. В. Мониторинг инфекционных болезней среди диких кабанов. Вопросы вирусологии. 2007;52(3):29-32.
- Shcherbakov A. V., Kukyshkin S. A., Timina A. M., Baybikov T. Z., Kovalishin V. F., Kanshina A. V., Bjadoeskaaya O. P., Prokhvatilova L. B., Ruchnova O. I., Bakunov I. N., Babkin M. V. Monitoring of infectious diseases among wild boars. *Voprosy virusologii* = Problems of Virology. 2007;52(3):29-32. (In Russ.).
2. Albina E. Epidemiology of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS): An overview. *Veterinary Microbiology*. 1997;55(1-4):309-316. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0378-1135\(96\)01322-3](https://doi.org/10.1016/s0378-1135(96)01322-3)
3. Berton P., Normand V., Martineau G-P., Bouchet F., Lebret A., Waret-Szkuta A. Evaluation of porcine reproductive and respiratory syndrome stabilization protocols in 23 French farrow-to-finish farms located in a high-density swine area. *Porcine Health Manag.* 2017;(3):11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40813-017-0058-1>
4. Kimman T. G., Cornelissen L. A., Moormann R. J., Rebel J. M., Stockhofe-Zurwieden N. Challenges for porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) vaccinology. *Vaccine*. 2009;27(28):3704-3718. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2009.04.022>
5. Кукушкин С. А. РРСС: новые ответы на старый вызов. Животноводство России. 2022;(2):26-27. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=47832579>
- Kukushkin S. A. PRRS: new answers to the old challenge. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2022;(2):26-27. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=47832579>
6. An T. Q., Tian Z. J., Leng C. L., Peng J. M., Tong G. Z. Highly pathogenic porcine reproductive and respiratory syndrome virus, Asia. *Emerging infectious diseases*. 2011;17(9):1782-1784. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid1709.110411>
7. Fernstrom A., Goldblatt M. Aerobiology and Its Role in the Transmission of Infectious Diseases. *J. Pathog.* 2013;2013:493960. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/493960>
8. Diaz I., Darwich L., Pappaterra G., Pujols J., Mateu E. Different European-type vaccines against porcine reproductive and respiratory syndrome virus have different immunological properties and confer different protection to pigs. *Virology*. 2006;351(2): 249-259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.virol.2006.03.046>
9. Zuckermann F. A., Garcia E. A., Luque I. D., Christopher-Hennings J., Doster A., Brito M., Osorio F. Assessment of the efficacy of commercial porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) vaccines based on measurement of serologic response, frequency of gamma-IFN-producing cells and virological parameters of protection upon challenge. *Vet. Microbiol.* 2007;123(1-3): 69-85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.02.009>
10. Chareerntanakul W. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus vaccines: Immunogenicity, efficacy and safety aspects. *World J. Virol.* 2012;1(1):23-30. DOI: <https://doi.org/10.5501/wjv.v1.i1.23>
11. Roca M., Gimeno M., Bruguera S., Segales J., Diaz I., Galindo-Cardiel I. J., Martinez E., Darwich L., Fang Y., Maldonado R., March R., Mateu E. Effects of challenge with a virulent genotype II strain of porcine reproductive and respiratory syndrome virus on piglets vaccinated with an attenuated genotype I strain vaccine. *Vet. J.* 2012;193(1):92-96. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.11.019>
12. Horter D. C., Pogranichniy R. M., Chang C. C., Evans R. B., Yoon K. J., Zimmerman J. J. Characterisation of carrier state in porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection. *Vet. Microbiol.* 2002;86(3):213-228. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0378-1135\(02\)00013-5](https://doi.org/10.1016/s0378-1135(02)00013-5)
13. Klinge K. L., Vaughn E. M., Roof M. B., Bautista E. M., Murtaugh M. P. Age-dependent resistance to Porcine reproductive and respiratory syndrome virus replication in swine. *Virology* 2009;6:177. DOI: <https://doi.org/10.1186/1743-422X-6-177>
14. Wasilk A., Callahan J. D., Christopher-Hennings J., Gay T. A., Fang Y., Dammen M., Reos M. E., Torremorell M., Polson D., Mellencamp M., Nelson E., Nelson W. M. Detection of U.S., Lelystad, and European-Like Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Viruses and Relative Quantitation in Boar Semen and Serum Samples by Real-Time PCR. *Journal of Clinical Microbiology*. 2004;42(10):4453-4461. URL: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/JCM.42.10.4453-4461.2004>
15. Rosendal T., Dewey C., Friendship R., Wootton S., Young B., Poljak Z. Spatial and temporal patterns of porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) genotypes in Ontario, Canada, 2004-2007. *BMC Vet. Res.* 2014;10:83. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-6148-10-83>
16. Pitkin A., Deen J., Otake S., Moon R., Dee S. Further assessment of houseflies (*Musca domestica*) as vectors for the mechanical transport and transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus under field conditions. *Can J Vet Res.* 2009;73(2): 91-96. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2666325/>
17. Орлянкин Б. Г. Диагностика и специфическая профилактика репродуктивно-респираторного синдрома свиней. *Ветеринария*. 2000;(10):16-19.

Orlyankin B. G. Diagnostics and specific prevention of reproductive and respiratory syndrome of pigs. *Veterinariya* = Veterinary. 2000;(10):16-19. (In Russ.).

18. Havas K. A., Makau D. N., Shapovalov S., Tolkova E., VanderWaal K., Tkachyk T., Spronk G. D., Heron B., Dee S. A., Perez A. 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. DOI: <https://doi.org/10.3390/v14020375>

19. Botner A., Strandbygaard B., Sorensen K. J., Have P., Madsen K. G., Madsen E. S., Alexandersen S. Appearance of acute PRRS-like symptoms in sow herds after vaccination with a modified live PRRS vaccine. *Vet. Rec.* 1997;141(19):497-499. DOI: <https://doi.org/10.1136/vr.141.19.497>

20. Kono Y., Kanno T., Shimizu M., Yamada S., Ohashi S., Nakamine M., Shirai J. Nested PCR for detection and typing of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus in pigs. *J. Vet. Met. Sci.* 1996;58(10):941-946. DOI: https://doi.org/10.1292/jvms.58.10_941

21. Sattler T., Wodak E., Revilla-Fernández S., Schmoll F. Comparison of different commercial ELISAs for detection of antibodies against porcine respiratory and reproductive syndrome virus in serum. *BMC Vet Res.* 2014;10:300. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12917-014-0300-x>

22. Drew T. W., Meulenbergh J. J. M., Sands J. J., Paton D. J. Production, characterization and reactivity of monoclonal antibodies to porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *J. Gen. Virol.* 1995;76(6):1361-1369. DOI: <https://doi.org/10.1099/0022-1317-76-6-1361>

23. Nelson E., Christopher-Hennings J., Drew T., Wensvoort G., Collins J. E., Benfield D. A. A Differentiation of US and European Isolates of porcine reproductive and respiratory syndrome virus by monoclonal antibodies. *J. Clin. Microbiol.* 1993;31(12):3184-3189. DOI: <https://doi.org/10.1128/jcm.31.12.3184-3189.1993>

24. Dee S. A. Elimination of porcine reproductive and respiratory syndrome virus from 30 farms by test and removal. *J. Swine Health Prod.* 2004;12(3):129-133. URL: <https://www.aasv.org/shap/issues/v12n3/v12n3p129.pdf>

25. Hanada K., Suzuki Y., Nakane T., Hirode O., Gojobori T. The origin and evolution of porcine reproductive and respiratory viruses. *Mol. Biol. Evol.* 2005;22(4):1024-1031. DOI: <https://doi.org/10.1093/molbev/msi089>

26. Philips R. C., Dee S. A. Evaluation of Mass Vaccination and Unidirectional Flow for Elimination of PRRS. 4th International Symposium on Emerging and Re-emerging Pig Diseases, Rome. 29 June - 2 July 2003.

27. Rathkjen P. H., Dall J. Maximising the chances of success for PRRSV area-regional control and elimination programmes: A 5-step process in practice. *J. Microb. Biochem. Technol.* 2018;10:8-11. DOI: <https://doi.org/10.4172/1948-5948.1000387>

28. Toman M., Celer V., Smola J. Successful elimination of PRRS virus from an infected farrow-to-finish herd by vaccination. *Vet. Med. (Praha).* 2017;62:553-558. DOI: <https://doi.org/10.17221/68/2017-VETMED>

29. Torremorell M., Christianson W. T. PRRS eradication by herd closure. *Adv. Pork Prod.* 2002;13:169-176.

30. Wang C., Wu B., Amer S., Luo J., Zhang H., Guo Y., Dong G., Zhao B., He H. Phylogenetic analysis and molecular characteristics of seven variant Chinese field isolates of PRRSV. *BMC Microbiol.* 2010;10:146. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-146>

31. Martínez-Lobo F. J., Carrascosa de Lome L., Díez-Fuertes F., Segalés J., García-Artiga C., Simarro I., Castro J. M., Prieto C. Safety of porcine reproductive and respiratory syndrome modified live virus (MLV) vaccine strains in a young pig infection model. *Vet. Res.* 2013;44:115. DOI: <https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-115>

32. Wang R., Xiao Y., Opiessnig T., Ding Y., Yu Y., Nan Y., Ma Z., Halbur P. G., Zhang Y.-J. Enhancing neutralizing antibody production by an interferon-inducing porcine reproductive and respiratory syndrome virus strain. *Vaccine* 2013;31(47):5537-5543. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2013.09.023>

33. Lu W., Wei Z., Zhang G., Li Z., Ma J., Xie Q., Sun B., Bi Y. Complete genome sequence of a novel variant porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) strain: Evidence for recombination between vaccine and wild-type PRRSV strains. *J. Virol.* 2012;86(17):9543. DOI: <https://doi.org/10.1128/JVI.01341-12>

34. Madsen K. G., Hansen C. M., Madsen E. S., Strandbygaard B., Botner A., Sorensen K. J. Sequence analysis of porcine reproductive and respiratory syndrome virus of the American type collected from Danish swine herds. *Arch. Virol.* 1998;143:1683-1700. DOI: <https://doi.org/10.1007/s007050050409>

35. Marton S., Szalay D., Keckemeti S., Forro B., Olasz F., Zadori Z., Szabo I., Molnar T., Banyai K., Balint A. Coding-complete sequence of a vaccine-derived recombinant porcine reproductive and respiratory syndrome virus strain isolated in Hungary. *Arch. Virol.* 2019;164:2605-2608. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00705-019-04338-2>

36. Zhou L., Kang R., Yu J., Xie B., Chen C., Li X., Xie J., Ye Y., Xiao L., Zhang J., Yang X., Wang H. Genetic Characterization and Pathogenicity of a Novel Recombined Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus 2 among Nadc30-Like, Jxa1-Like, and Mlv-Like Strains. *Viruses.* 2018;10(10):551. DOI: <https://doi.org/10.3390/v10100551>

37. Eclercy J., Renson P., Lebret A., Hirchaud E., Normand V., Andraud M., Paboeuf F., Blanchard Y., Rose N., Bourry O. A Field Recombinant Strain Derived from Two Type 1 Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus (PRRSV-1) Modified Live Vaccines Shows Increased Viremia and Transmission in SPF Pigs. *Viruses.* 2019;11(3):296. DOI: <https://doi.org/10.3390/v11030296>

38. Vu H. L. X., Pattnaik A. K., Osorio F. A. Strategies to broaden the cross-protective efficacy of vaccines against porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Vet Microbiol.* 2017;206:29-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.09.014>

39. Meng X. J. Heterogeneity of porcine reproductive and respiratory syndrome virus: implications for current vaccine efficacy and future vaccine development, *Vet Microbiol.* 2000;74(4):309-329.

DOI: [https://doi.org/10.1016/s0378-1135\(00\)00196-6](https://doi.org/10.1016/s0378-1135(00)00196-6)

40. Mengeling W. L., Lager K. M., Vorwald A. C., Brockmeier S. Comparison among strains of porcine reproductive and respiratory syndrome virus for their ability to cause reproductive failure. *Am. J. Vet. Res.* 1996;57(6):834-839.

41. Pileri E., Mateu E. Review on the transmission porcine reproductive and respiratory syndrome virus between pigs and farms and impact on vaccination. *Vet Res.* 2016;47(1):108. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13567-016-0391-4>

42. Szabó I., Bognár L., Molnár T., Nemes I., Bálin A. PRRS eradication from swine farms in five regions of Hungary. *Acta Veterinaria Hungarica.* 2020;68(3):257-262. DOI: <https://doi.org/10.1556/004.2020.00043>

Сведения об авторах

✉ **Глазунова Анастасия Александровна**, заместитель руководителя группы, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», ул. Академика Бакулова, стр. 1, пос. Вольгинский, Владимирская обл., Российская Федерация, 601125, e-mail: info@ficvim.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5615-1903>, e-mail: GlazunovaAA@outlook.com

Корогодина Елена Владимировна, заместитель руководителя группы, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», ул. Академика Бакулова, стр. 1, пос. Вольгинский, Владимирская обл., Российская Федерация, 601125, e-mail: info@ficvim.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1079-6287>

Севских Тимофей Александрович, заместитель руководителя НОЦ, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», ул. Академика Бакулова, стр. 1, пос. Вольгинский, Владимирская обл., Российская Федерация, 601125, e-mail: info@ficvim.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2053-286X>

Краснова Елена Анатольевна, кандидат биол. наук, ученый секретарь, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», ул. Академика Бакулова, стр. 1, пос. Вольгинский, Владимирская обл., Российская Федерация, 601125, e-mail: info@ficvim.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3820-3167>

Кукушкин Сергей Анатольевич, доктор вет. наук, руководитель технического отдела продуктов для свиноводства в странах СНГ, ООО «Берингер Ингельхайм», Ленинградское шоссе, 16А, строение 3, г. Москва, Российская Федерация, 125171

Блохин Андрей Александрович, кандидат вет. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии», ул. Академика Бакулова, стр. 1, пос. Вольгинский, Владимирская обл., Российская Федерация, 601125, e-mail: info@ficvim.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5161-1184>

Information about the author

✉ **Anastasia A. Glazunova**, deputy head of the group, Federal Research Center for Virology and Microbiology, Academician Bakulov str., bldg. 1, Volginsky, Vladimir region, Russian Federation, 601125,

e-mail: info@ficvim.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5615-1903>, e-mail: GlazunovaAA@outlook.com

Elena V. Korogodina, deputy head of the group, Federal Research Center for Virology and Microbiology, Academician Bakulov str., bldg. 1, Volginsky, Vladimir region, Russian Federation, 601125,

e-mail: info@ficvim.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1079-6287>

Timofey A. Sevskikh, deputy head of the REC, Federal Research Center for Virology and Microbiology, Academician Bakulov str., bldg. 1, Volginsky, Vladimir region, Russian Federation, 601125, e-mail: info@ficvim.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2053-286X>

Elena A. Krasnova, PhD in Biological Science, scientific secretary, Federal Research Center for Virology and Microbiology, Academician Bakulov str. bldg., 1, Volginsky, Vladimir region, Russian Federation, 601125,

e-mail: info@ficvim.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3820-3167>

Sergey A. Kukushkin, DSc in Veterinary Science, head of the technical department of products for pig breeding in the CIS countries, Boehringer Ingelheim, Leningradskoe shosse, 16A, building 3, Moscow, Russian Federation, 125171

Andrey A. Blokhin, PhD in Veterinary Science, leading researcher, Federal Research Center for Virology and Microbiology, Academician Bakulov str., bldg., 1, Volginsky, Vladimir region, Russian Federation, 601125,

e-mail: info@ficvim.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5161-1184>

✉ – Для контактов / Corresponding author