



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-248-254>  
УДК 619:616.98:578.832.1:636.5:615.371:616-097.3

# Применение вакцины «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» для индеек, гусей и уток

Н. В. Мороз, С. В. Фролов, В. Н. Ирза, Л. О. Щербакова, В. Ю. Кулаков

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

## РЕЗЮМЕ

В лабораторных и производственных условиях показано, что вакцина против гриппа птиц H5 «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» является эффективным препаратом для профилактики болезни у гусей, уток и индеек. Вакцина при введении уткам в дозах 0,5; 1,0 и 1,5 см<sup>3</sup> со 100%-й эффективностью защищала птиц от заболевания и гибели при заражении актуальным вирусом высокопатогенного гриппа птиц подтипа H5N1 генетической клады 2.3.4.4b. Однократная прививка в дозе от 0,5 до 1,5 см<sup>3</sup> вызывала образование антител, выявляемых в реакции торможения гемагглютинации, в титрах от 4,3 до 6,1 log<sub>2</sub>. Вакцина способствовала снижению выделения вирулентного вируса утками в 9–26 раз. Протективная защита индеек, привитых в дозе 1,0 см<sup>3</sup>, обеспечивалась на уровне 87,5% при заражении вирусом высокопатогенного гриппа птиц подтипа H5N1 клады 2.3.4.4b. Вакцина вызывала образование антител в титрах 4,9 и 5,5 log<sub>2</sub> у индеек при однократном и двукратном введении в дозе 1,0 см<sup>3</sup> соответственно. Установлено, что при двукратном применении препарата «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» в дозе 1,0 см<sup>3</sup> уровень поствакцинальных антител к вирусу гриппа птиц был выше 5,0 log<sub>2</sub> у 75,9–90,0% популяции гусей. Рациональным решением использования вакцины для индеек, уток и гусей является ее применение в двойной коммерческой дозе и как минимум двукратное введение. Также была установлена более высокая видовая устойчивость уток к заражению вирусом гриппа птиц подтипа H5 клады 2.3.4.4b по сравнению с индейками.

**Ключевые слова:** высокопатогенный грипп птиц, вирус гриппа птиц H5, инактивированная вакцина, иммуногенность, утки, гуси, индейки

**Благодарности:** Работа выполнена за счет средств ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках тематики научно-исследовательских работ «Ветеринарное благополучие».

**Для цитирования:** Мороз Н. В., Фролов С. В., Ирза В. Н., Щербакова Л. О., Кулаков В. Ю. Применение вакцины «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» для индеек, гусей и уток. *Ветеринария сегодня*. 2024; 13 (3): 248–254. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-248-254>

**Конфликт интересов:** Ирза В. Н. является членом редколлегии журнала «Ветеринария сегодня», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Рукопись прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

**Для корреспонденции:** Мороз Наталья Владимировна, канд. вет. наук, заведующий лабораторией профилактики болезней птиц, ФГБУ «ВНИИЗЖ», мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия, [moroz@arriah.ru](mailto:moroz@arriah.ru)

## Use of “ARRIAH-AviFluVac” vaccine in turkeys, geese and ducks

Natalia V. Moroz, Sergey V. Frolov, Viktor N. Irza, Lidia O. Scherbakova, Vladimir Yu. Kulakov

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

## ABSTRACT

“ARRIAH-AviFluVac” vaccine against H5 avian influenza was demonstrated to be effective for ducks, geese and turkeys both in the laboratory and production environment. When administered to ducks at 0.5; 1.0 and 1.5 cm<sup>3</sup>, the vaccine provided 100%-effective protection of birds against the disease and death after challenge with the relevant high pathogenicity avian influenza virus of subtype H5N1, clade 2.3.4.4b. Singular 0.5–1.5 cm<sup>3</sup> inoculation induced formation of antibodies, which were detected in the hemagglutination inhibition test at the titres that ranged from 4.3 to 6.1 log<sub>2</sub>. The vaccine facilitated 9–26-fold decrease in the virulent virus shedding by the ducks. Protection of turkeys vaccinated at the dose of 1.0 cm<sup>3</sup> was maintained at the level of 87.5% after challenge with high pathogenicity avian influenza virus of subtype H5N1, clade 2.3.4.4b. The vaccine induced formation of antibodies at the titres of 4.9 and 5.5 log<sub>2</sub> in turkeys after singular and double vaccination at the dose of 1.0 cm<sup>3</sup>, respectively. It was demonstrated, that after double administration of 1.0 cm<sup>3</sup> of “ARRIAH-AviFluVac” vaccine, the post-vaccinal avian influenza antibody level exceeded 5.0 log<sub>2</sub> in 75.9–90.0% of the geese population. The most appropriate way of the vaccine use in turkeys, ducks and geese involves at least its double administration at the double commercial dose. Higher species resistance of ducks to the challenge with avian influenza virus of subtype H5, clade 2.3.4.4b as compared to turkeys was also demonstrated.

**Keywords:** high pathogenicity avian influenza, H5 avian influenza virus, inactivated vaccine, immunogenicity, ducks, geese, turkeys

**Acknowledgements:** The study was funded by the Federal Centre for Animal Health within the research topic “Veterinary Welfare”.

**For citation:** Moroz N. V., Frolov S. V., Irza V. N., Scherbakova L. O., Kulakov V. Yu. Use of “ARRIAH-AviFluVac” vaccine in turkeys, geese and ducks. *Veterinary Science Today*. 2024; 13 (3): 248–254. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2024-13-3-248-254>

**Conflict of interests:** Irza V. N. is a member of the editorial board of the "Veterinary Science Today" journal, but was not involved into the decision making process related to this article publication. The manuscript has passed the review procedure accepted in the journal. The authors did not declare any other conflicts of interests.

**For correspondence:** Natalia V. Moroz, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia, moroz@arriah.ru

## ВВЕДЕНИЕ

Грипп птиц (ГП) – высококонтагиозная вирусная болезнь, которая может поражать несколько видов домашних птиц [1]. За последние 10 лет глобально распространились вирусы высокопатогенного гриппа птиц (ВГП) H5Nx клады 2.3.4.4 евроазиатской генетической линии Gs/Gd/96. В 2022–2023 гг. протекала беспрецедентная по масштабам панзоотия ВГП, вызванная вирусом подтипа H5N1 евроазиатской генетической линии 2.3.4.4b [2]. Отмечено огромное количество вспышек заболевания среди домашних птиц и случаев выявления вируса у диких и синантропных птиц разных видов, а также их массовой гибели в разных странах. Вирус обнаружен у наземных и морских млекопитающих, что вызывает серьезную тревогу у мирового сообщества в связи с угрозой пандемии (WOAH Situation Reports for Avian Influenza, 2021–2023; FAO EMPRES-i; WHO).

Начиная с 2021 г. эпизоотии ВГП в Российской Федерации также вызваны вирусом H5N1 евразийской генетической линии (клады) 2.3.4.4b [3].

В связи с тем что заболевание наносит колоссальный ущерб птицеводству и становится энзоотичным во многих странах, в 2022–2023 гг. активно обсуждались на международном уровне вопросы о применении вакцинации как дополнительном инструменте сдерживания распространения инфекции и снижения неоправданных потерь [4, 5, 6]. Кодекс здоровья наземных животных (WOAH, глава 10.4) содержит рекомендации по вакцинации птиц против ВГП и описывает условия, при которых она может применяться [7].

В большинстве стран, где проводится вакцинопрофилактика ГП, используются в основном цельновирионные вакцины на основе низкопатогенных и генномодифицированных низкопатогенных вирусов ГП, полученных методом обратной генетики и содержащих фрагмент гена гемагглютинаина актуальных высоковирулентных вирусов подтипов H5 и H7.

Современные инактивированные вакцины против ГП ограниченно эффективны у гусеобразных, поэтому рекомендуется введение двойной дозы, принятой для кур, или добавление сильного стимулятора для эффективного иммунитета [8, 9, 10, 11]. Также было показано, что двойная доза бивалентной вакцины защищала уток от болезни и гибели, но при этом антигены формировались на низком уровне (от 4 до 8  $\log_2$ ) и после контрольного заражения вирус выделяли от 13% вакцинированных и 100% невакцинированных особей. Неспособность вируса, используемого для заражения, вызывать повторную выработку антител у вакцинированных близкородственным штаммом H5 птиц является убедительным доказательством отсут-

ствия репликации вирулентного вируса среди вакцинированных уток [12]. В большинстве научных статей показано, что цельновирионные вакцины в целом эффективны для уток [9, 10, 13, 14, 15] и гусей [10, 16], но данные виды птиц реагируют на вакцинацию по-разному [10, 17].

По данным A. Kandeil et al., применение инактивированной вакцины против ГП H5 вызывает развитие иммунного ответа у всех видов птиц, содержащихся совместно в условиях личных подсобных хозяйств (утки, гуси и куры), и титры антител достигают 10  $\log_2$  после двукратной вакцинации. Однако иммунный ответ отличался у разных видов птиц. Вакцинированные птицы после заражения оставались живы и выделяли меньше вируса по сравнению с невакцинированными. Следует отметить, что невакцинированные утки также не болели и выжили на протяжении эксперимента. Более того, вакцинированные утки выделяли больше вируса, чем вакцинированные птицы других видов [10].

Также имеется много сообщений о положительных результатах применения генно-инженерных вакцин для профилактики ВГП у домашней птицы. Так, по данным E. Niqueux et al., одновременная иммунизация двумя рекомбинантными вакцинами на основе вирусов ньюкаслской болезни и оспы птиц обеспечивала защиту мускусных уток в течение 12 недель [18]. Kim D.-H. et al. также показали, что введение генно-инженерной вакцины на основе вируса ньюкаслской болезни эффективно защищала мускусных уток от заражения вирулентным вирусом ВГП H5 и снижала вирусовыделение [19].

Большая часть испытаний вакцины против ГП как в лабораторных, так и в полевых условиях проводится на курах и индейках, потому что у них регистрируются высокий уровень смертности и экскреция большого количества вируса в окружающую среду при инфицировании. Однако с распространением ВГП в Азии эпизоотология заболевания изменилась, на что указывает расширение восприимчивости диких и экзотических птиц. Заражение домашних уток и гусей серьезно повлияло на поддержание и распространение ВГП подтипа H5N1 [20].

Федеральный центр охраны здоровья животных (ФГБУ «ВНИИЗЖ») в 2022 г. зарегистрировал вакцину против ГП (H5) «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» на основе низкопатогенного вируса ГП H5 штамма «Ямал».

В рамках регистрационных действий были проведены исследования по определению прививного объема, кратности вакцинации для разных видов домашних птиц (индейки, утки и гуси) в лабораторных и производственных условиях, результаты которых представлены в данной статье.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

**Вакцина.** В лабораторных и производственных испытаниях использовали вакцину против гриппа птиц H5 инактивированную эмульсионную «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» производства ФГБУ «ВНИИЗЖ» (серия № 010122, дата выпуска 01.2022 г.). Вакцина изготовлена из экстраэмбриональной жидкости эмбрионов кур, инфицированных вирусом гриппа птиц (источник производственного штамма «Ямал» подтипа H5N1 – вирусный изолят A/wildduck/YaNAO/956-21), инактивированной аминоэтилэтиленимином, с добавлением масляного адьюванта Montanide ISA 70 VG (SEPPIC, Франция) в весе соотношении 30:70.

**Птица.** В лабораторных испытаниях использовали коммерческих птиц из благополучных по острым инфекционным болезням птиц хозяйств: 20 гол. суточных утят, 140 гол. 21-суточных утят и 40 гол. индюшат в возрасте 10 сут.

В производственных испытаниях вакцину применяли на промышленном поголовье индеек в возрасте 1 и 28 сут на одной из птицефабрик Ставропольского края и поголовье родительского стада гусей в возрасте 30 и 60 сут в Республике Башкортостан.

**Схема опыта в условиях вивария.** Суточных утят разделили на 2 группы по 10 гол. в каждой и вакцинировали внутримышечным методом в дозах 0,25 и 0,5 см<sup>3</sup> соответственно. Через 28 сут после иммунизации получали сыворотку крови утят и исследовали на наличие антител к вирусу ГП H5.

Утят в возрасте 21 сут разделили на 4 группы по 35 гол. в каждой. Птиц первой группы привили вакциной «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» в дозе 0,5 см<sup>3</sup>; второй – в дозе 1,0 см<sup>3</sup>; третьей – в дозе 1,5 см<sup>3</sup>. Всех утят прививали внутримышечным методом в бедро. Птиц четвертой группы не прививали. Через 7, 14 и 21 сут от утят каждой группы отбирали пробы крови для контроля сероконверсии к вирусу ГП H5. Через 28 сут после вакцинации птиц опытных групп (по 10 гол. в каждой) заражали вирулентным вирусом гриппа А подтипа H5 A/chicken/Stavropol/2077-6/21 H5N1 в дозе 6,0 lg ЭИД<sub>50</sub> внутримышечно в бедро в объеме 0,5 см<sup>3</sup>. Срок клинического наблюдения за зараженными утятами составил 10 сут.

Через 6 сут после заражения от утят отбирали ротоглоточные смывы на предмет выявления генома вируса ГП методом полимеразной цепной реакции (ПЦР).

Индеек в возрасте 10 сут разделили на четыре группы по 10 гол. в каждой. Птицу трех опытных групп вакцинировали внутримышечно в дозах 0,25; 0,5 и 1,0 см<sup>3</sup> соответственно. Четвертую группу индеек не вакцинировали. Через 21 сут после вакцинации от птиц отбирали кровь для исследований на наличие антител к вирусу ГП подтипа H5 в реакции торможения гемагглютинации (РТГА). Затем индеек заражали вирусом A/chicken/Stavropol/2077/6/21 H5N1 в дозе 6,0 lg ЭИД<sub>50</sub> внутримышечно в бедро в объеме 0,5 см<sup>3</sup>. Срок клинического наблюдения за зараженной птицей составил 10 сут.

**Схема опыта в производственных условиях.** Экспериментальную группу индеек в количестве 700 гол. в суточном возрасте вакцинировали в дозе 0,2 см<sup>3</sup>, затем в возрасте 28 сут ее разделили на две группы по 350 гол. в каждой и повторно иммунизировали в дозах 0,5 и 1,0 см<sup>3</sup> соответственно.

Было сформировано две группы гусей по 30 гол. в каждой. Птицу первой группы вакцинировали внутримышечным способом однократно в возрасте 30 сут

в дозе 1,0 см<sup>3</sup>; второй – двукратно в возрасте 30 и 60 сут также внутримышечно в дозе 1,0 см<sup>3</sup>.

Все эксперименты на птицах проводились в строгом соответствии с межгосударственными стандартами по содержанию и уходу за животными, принятыми Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, а также согласно требованиям Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22.09.2010 по охране животных, используемых в научных целях.

**Серологические исследования** по выявлению антител к вирусу ГП H5 проводили методом РТГА с использованием набора для выявления антител к вирусу гриппа птиц подтипа H5 в реакции торможения гемагглютинации производства ФГБУ «ВНИИЗЖ». Результаты РТГА выражали в log<sub>2</sub>, а титр антител, равный или выше 5 log<sub>2</sub>, считали минимальным защитным титром согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения животных [21].

**Контрольное заражение.** Устойчивость вакцинированной птицы к заражению вирусом A/chicken/Stavropol/2077/6/21 H5N1 в дозе 6,0 lg ЭИД<sub>50</sub> определяли по отсутствию гибели птицы и клинических признаков болезни (угнетение, респираторные и нервные расстройства).

**Молекулярно-генетические исследования.** Обнаружение генома вируса ГП в биопробах и определение порогового цикла амплификации проводили в соответствии с «Методическими рекомендациями по выявлению РНК вируса гриппа птиц типа А методом ОТ-ПЦР в режиме реального времени»<sup>2</sup>.

Для отбора ротоглоточных проб использовали стерильные тупферы. Образцы отбирали через 6 сут после заражения от всех утят соответствующих групп. Определяли пороговые циклы амплификации (Ct) в контроле (Ct<sub>c</sub>) и в группах вакцинированных птиц (Ct<sub>v</sub>). Реакцию считали положительной (геном вируса ГП H5 присутствует), если 0 < Ct < 37 [21]. Далее проводили сравнение с контролем и вычисляли разность сопоставляемых величин (d<sub>i</sub> = Ct<sub>c</sub> – Ct<sub>v</sub>). Кроме этого, по групповым выборкам d рассчитывали средние оценки разности (D) и стандартные ошибки измерения средних (± m).

Иммуногенность вакцины «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» для уток определяли в лабораторных опытах по результатам устойчивости к контрольному заражению, по титрам сывороточных антител и по выделению вируса во внешнюю среду с индикацией в ПЦР.

Иммуногенность вакцины «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» для индеек определяли в лабораторных и производственных опытах по результатам устойчивости к контрольному заражению и по титрам сывороточных антител.

Иммуногенность вакцины «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» для гусей в производственных опытах определяли по титрам сывороточных антител.

**Статистическая обработка** полученных данных включала определение средних значений, ошибки среднего, статистической значимости различий между опытными группами животных с указанием значения статистического критерия, числа степеней свободы и величины вероятности ошибки прогноза (p).

<sup>2</sup> Андриясов А. В., Андрейчук Д. Б., Чвала И. А. Методические рекомендации по выявлению РНК вируса гриппа птиц типа А методом ОТ-ПЦР в режиме реального времени: № 45-16. Владимир: ФГБУ «ВНИИЗЖ»; 2016. 13 с.

**Таблица 1**  
**Результаты исследований сывороток крови утят на наличие антител к вирусу ГП Н5 в РТГА**

**Table 1**  
**Results of duckling serum tests for AIV H5 antibodies using HI test**

Возраст птиц на момент вакцинации, сут	Прививная доза, см <sup>3</sup>	Титры антител (log <sub>2</sub> ) в разные сроки после вакцинации			
		7 сут	14 сут	21 сут	28 сут
1	0,25	н/и	н/и	н/и	1,3 ± 0,6
	0,5	н/и	н/и	н/и	4,4 ± 0,3
21	0,5	0,9 ± 0,6*	0,9 ± 0,6 (0)	4,3 ± 0,5 (4,5)	4,4 ± 0,6
	1,0	3,1 ± 0,6	3,1 ± 0,6 (4,0)	5,0 ± 0,4 (5,0)	5,1 ± 0,4
	1,5	2,1 ± 0,8 (1,5)	2,1 ± 0,8 (1,5)	6,1 ± 0,5 (6,0)	6,2 ± 0,6

\* среднее значение титра антител и его ошибка в РТГА, в скобках – медиана (Me) выборки (mean HI antibody titre and error, median (Me) is in brackets); н/и – не исследовали (not tested).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены результаты исследований в РТГА сывороток крови утят разного возраста на наличие антител к вирусу гриппа птиц Н5 после вакцинации.

Установлено, что суточные утята, вакцинированные в дозе 0,25 см<sup>3</sup>, вырабатывали антитела к вирусу ГП Н5 в низких неоднородных титрах ( $p > 0,05$ ). В то же время титры антител к вирусу ГП Н5 в группе утят, привитых в дозе 0,5 см<sup>3</sup>, через 28 сут достигли значения 4,4 log<sub>2</sub> при хорошей однородности ( $p \leq 0,001$ ).

У вакцинированных в возрасте 21 сут утят, независимо от дозы вакцины (0,5; 1,0 или 1,5 см<sup>3</sup>), антитела к вирусу ГП Н5 формировались в сопоставимых титрах. Сероконверсию в группах иммунизированных утят отмечали через 7 сут с максимальными значениями титров антител через 28 сут после вакцинации.

Статистическая обработка результатов первичных значений титров антител через 28 сут после вакцинации в экспериментальных группах была проведена методом однофакторного дисперсионного анализа в Excel. Было установлено, что статистика F-теста меньше критического значения F ( $F_{\text{тест}} 3,0 < F_{\text{крит.}} 3,4$ ), то есть средние значения титров антител для трех групп не различались.

Для определения протективных свойств вакцины в отношении возбудителя ВГП Н5 вакцинированных уток заражали вирусом A/chicken/Stavropol/2077-6/21 H5N1. В таблице 2 представлены результаты эксперимента.

Установлено, что вакцинированные утята во всех опытных группах в течение 10 сут после заражения высоковирулентным вирусом ГП Н5N1 не заболели. В группе невакцинированных птиц у 6 особей отмечали признаки болезни, одна из них пала.

Также для установления напряженности иммунитета у вакцинированных уток проводили исследования по выявлению экскреции вирулентного вируса. Задача данного этапа работы состояла в обнаружении в рото-глоточных выделениях птиц генома вируса ГП Н5 через 6 сут после заражения.

Выявили, что геном вируса ГП Н5 присутствовал во всех исследованных пробах. Однако относительно контроля исходная концентрация вирусного материала в ротоглоточных экскретах у вакцинированных птиц была существенно ниже. Так, пороговые циклы амплификации (Ct) в контрольной группе были в пределах 20,93–25,47 (в среднем – 23,83), в группе

вакцинированных в дозе 0,5 см<sup>3</sup> утят – в пределах 24,49–29,46 (в среднем – 26,84), в группе вакцинированных в дозе 1,0 см<sup>3</sup> утят – в пределах 23,08–30,29 (в среднем – 27,5), в группе вакцинированных в дозе 1,5 см<sup>3</sup> утят – в пределах 26,12–31,41 (в среднем – 28,32). Если принять, что один цикл амплификации приблизительно соответствует удвоению количества целевого продукта, то в процентах от контроля исходная концентрация вирусного материала в тестируемой пробе может быть описана как  $J = (1/2^D) \times 100$ . Таким образом, соответственно вакцинированным группам искомые оценки составили (%):  $J_I = 10,8$ ;  $J_{II} = 6,9$  и  $J_{III} = 3,9$ , то есть вакцинированные в дозе 0,5 см<sup>3</sup> утки выделяли вирус в 9 раз меньше, в дозе 1,0 см<sup>3</sup> – в 14 раз меньше, а в дозе 1,5 см<sup>3</sup> – в 26 раз меньше по сравнению с невакцинированными птицами.

Следовательно, вакцинация утят способствовала снижению вирусыведения вакцинированными птицами по сравнению с невакцинированными, причем чем больше доза вакцины, тем снижение было более значимым.

**Таблица 2**  
**Устойчивость вакцинированных утят к заражению вирусом гриппа А подтипа H5N1**

**Table 2**  
**Resistance of vaccinated ducklings to challenge with subtype H5N1 influenza A virus**

Срок наблюдения, сут	Группы в соответствии с прививной дозой, см <sup>3</sup>			
	0,5	1,0	1,5	Контроль
1	0/10*	0/10	0/10	0/10
2	0/10	0/10	0/10	0/10
3	0/10	0/10	0/10	0/10
4	0/10	0/10	0/10	0/10
5	0/10	0/10	0/10	2/10
6	0/10	0/10	0/10	5/9 (1 пала)
7	0/10	0/10	0/10	5/9
8	0/10	0/10	0/10	5/9
9	0/10	0/10	0/10	5/9
10	0/10	0/10	0/10	5/9

\* отношение числа больных утят к общему количеству утят в группе (ratio between the diseased ducklings to the total number of duckling in the group).

**Таблица 3**  
Устойчивость вакцинированных индеек к заражению вирусом гриппа А подтипа H5N1

**Table 3**  
Resistance of vaccinated turkeys to challenge with subtype H5N1 influenza A virus

Срок наблюдения, сут	Группы в соответствии с прививной дозой, см <sup>3</sup>			
	0,25	0,5	1,0	Контроль
1	0/7*	0/9	0/8	0/8
2	0/7	0/9	0/8	2/8
3	0/7	0/9	0/8	6/6
4	1/7	0/9	0/8	–
5	2/6	1/9	0/8	–
6	1/4	2/8	0/8	–
7	1/3	1/6	1/8	–
8	0/2	0/5	0/7	–
9	0/2	1/4	0/7	–
10	0/2	0/4	0/7	–
Протективная защита, %	28,6 (2/7)**	44,4 (4/9)	87,5 (7/8)	0 (0/8)

\* отношение числа павших птиц к общему количеству птиц в группе (ratio between the dead birds to the total number of birds in the group);

\*\* отношение числа выживших птиц к общему количеству птиц в группе (ratio between the survived birds to the total number of birds in the group).

**Таблица 4**  
Результаты исследований сывороток крови гусей на наличие поствакцинальных антител к вирусу гриппа птиц H5

**Table 4**  
Results of goose serum tests for post-vaccinal AIV H5 antibodies

Кратность вакцинации	д/в	Титры антител (log <sub>2</sub> ) в разные сроки после вакцинации			
		1 мес.	2 мес.	7 мес.	10 мес.
Однократно	н/д	3,7 ± 0,6 (16/33*; 48,5%)	1,9 ± 0,4 (7/30; 23,3%)	н/д	н/д
Двукратно	0,8 ± 0,3	6,3 ± 0,5 (25/30; 83,3%)	н/д	6,5 ± 0,5 (22/29; 75,9%)	6,8 ± 0,3 (27/30; 90,0%)

\* сероконверсия выражена отношением числа птицы с титром антител в РТГА выше 5 log<sub>2</sub> к общему количеству исследованных птиц, % (seroconversion is expressed as the ratio between the number of birds demonstrating HI antibody titre above 5 log<sub>2</sub> and total number of tested birds, %); д/в – до вакцинации (before vaccination); н/д – нет данных (no data).

Для определения протективных свойств вакцины в отношении возбудителя ВГП H5 в лабораторных условиях вакцинированных индеек заражали вирусом A/chicken/Stavropol/2077-6/21 H5N1.

Из данных, представленных в таблице 3, видно, что устойчивость вакцинированных индеек к заражению в разных группах отличалась. Так, наибольшей устойчивостью обладали индейки, привитые вакциной в дозе 1,0 см<sup>3</sup> (87,5%), а наименьшей – индейки, привитые в дозе 0,25 см<sup>3</sup> (28,6%). Непривитые индейки пали через 3 сут после заражения.

Перед заражением определяли гуморальный поствакцинальный иммунный ответ у индеек. Было установлено, что в группе птиц, привитых в дозе 0,25 см<sup>3</sup>, средний титр антител составил 3,3 ± 0,6 log<sub>2</sub>, в группе

привитых в дозе 0,5 см<sup>3</sup> – 4,0 ± 0,6 log<sub>2</sub>, а в группе привитых в дозе 1,0 см<sup>3</sup> – 4,9 ± 0,4 log<sub>2</sub>.

Таким образом, однократная вакцинация индеек в дозе 1,0 см<sup>3</sup> вызывала формирование наиболее напряженного иммунного ответа к вирусу ГП H5, что выражалось высокой протективной активностью (87,5% поголовья не заболело) и образованием антител в высоких титрах.

Кроме лабораторных исследований проводили производственные испытания вакцины на промышленном поголовье индеек в Ставропольском крае.

Напряженность иммунитета индеек к вирусу ГП H5 оценивали по титрам антител в РТГА через 35 сут после второй вакцинации. Было установлено, что средние титры антител в группе индеек, привитых двукратно в дозе 1,0 см<sup>3</sup>, составили 5,5 ± 0,2 log<sub>2</sub>, а в группе привитых в дозе 0,5 см<sup>3</sup> – 3,5 ± 0,3 log<sub>2</sub>. Статистически полученные результаты различались с высокой степенью достоверности (99,9%).

На основании результатов лабораторных и производственных испытаний вакцины «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» на индейках были установлены оптимальные параметры ее использования, а именно: доза – 1,0 см<sup>3</sup>, кратность – не менее 2 раз.

Также проводили исследования по изучению иммуногенности вакцины на гусях в производственных условиях в Республике Башкортостан.

Из представленных в таблице 4 данных видно, что после однократной иммунизации вакцина вызывала образование антител к вирусу ГП H5 у 48,5% поголовья гусей через один месяц после вакцинации в титре 3,7 log<sub>2</sub>, а через 2 мес. после иммунизации количество птицы с защитными титрами антител насчитывало только 23,3% и средний титр по группе составил 1,9 log<sub>2</sub>.

Как показали результаты исследований, минимальный защитный титр антител (≥ 5 log<sub>2</sub>) к вирусу ГП H5 после двукратной вакцинации наблюдался у 22–27 из 30 птиц в течение 10 мес., то есть охват поголовья был на уровне 75,9–90,0%. Также в этот период и средние титры антител были на высоком уровне в пределах 6,3–6,8 log<sub>2</sub>.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Однократная прививка утят вакциной «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» в дозе от 0,5 до 1,5 см<sup>3</sup> вызывала образование антител, выявляемых в РТГА, в титрах от 4,3 до 6,1 log<sub>2</sub>, что согласуется с данными, полученными D. Middleton [12]. Показано, что утята были устойчивы к заражению вирусом ГП H5N1 через 28 сут после однократного применения вакцины «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» в дозах 0,5; 1,0 и 1,5 см<sup>3</sup>. Также стоит отметить, что исходная концентрация вирусного материала в ротоглоточных экскретах вакцинированных птиц была в 9–26 раз ниже относительно невакцинированных особей.

Таким образом, вакцина обладает высокой антигенной активностью, достаточной для формирования иммунитета утятами при введении в дозах от 0,5 до 1,5 см<sup>3</sup>. Также было установлено, что прививка суточных утят в дозе 0,25 см<sup>3</sup> была недостаточной для защиты птицы.

Невакцинированные утята были менее чувствительны к заражению вирулентным вирусом H5 клады 2.3.4.4b по сравнению с индейками, и у 60% особей наблюдали болезнь, что согласуется с данными A. Kandeil et al., которые сообщали о низкой чувстви-

тельности невакцинированных уток при заражении вирусом H5 клды 2.2.1.2 H5N1 [10]. Этот факт свидетельствует о том, что утки-вирусоносители способны поддерживать резервуар возбудителя.

В лабораторных исследованиях было установлено, что для индеек оптимальной прививной дозой вакцины «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак», при которой вакцинированные птицы были защищены от заражения на 87,5% и антитела формировались в наиболее высоких титрах (4,9  $\log_2$ ), является 1,0  $\text{см}^3$ .

В производственных условиях также показана эффективность вакцины при двукратном применении в дозе 1,0  $\text{см}^3$ , когда удавалось достигать высоких титров антител (5,5  $\log_2$ ) у промышленных индеек. Основываясь на данных, полученных в лабораторных и производственных условиях, было установлено, что доза 1,0  $\text{см}^3$  является оптимальной для применения индейкам, а кратность прививки должна быть не менее 2 раз.

В производственных условиях на гусях испытывали две схемы применения вакцины «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак», и было установлено, что в дозе 1,0  $\text{см}^3$  при двукратном применении она обеспечивает иммунитет на протяжении 10 мес. у 75,9–90,0% поголовья птицы.

Полученные данные согласуются с выводами ряда ученых [8, 9, 10, 11] и свидетельствуют, что для крупных и водоплавающих видов домашних птиц рационально применять вакцину «ВНИИЗЖ-АвиФлуВак» против ГП H5 в двойной коммерческой дозе и как минимум двукратно с последующим контролем напряженности иммунитета и проведением ревакцинаций по показаниям.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Alexander D. J. A review of avian influenza in different bird species. *Veterinary Microbiology*. 2000; 74 (1–2): 3–13. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(00\)00160-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(00)00160-7)
- Васильцова Н. Н., Панова А. С., Петров В. Н., Даниленко А. В., Святченко С. В., Иванова К. И. и др. Обзор эпизоотологической ситуации по высокопатогенному гриппу птиц в России и мире в 2023 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2024; (2): 6–14. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2024-2-6-14>
- Ирза В. Н., Волков М. С., Варкентин А. В. О текущей панзоотии высокопатогенного гриппа птиц. *Эффективное животноводство*. 2022; (5): 85–86. <https://elibrary.ru/rcsiti>
- EFSA Panel on Animal Health and Animal Welfare (AHAW), European Union Reference Laboratory for Avian Influenza, Nielsen S. S., Alvarez J., Bicoût D. J., Calistri P., et al. Vaccination of poultry against highly pathogenic avian influenza – part 1. Available vaccines and vaccination strategies. *EFSA Journal*. 2023; 21 (10):e08271. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8271>
- Swayne D. E., Sims L., Brown I., Harder T., Stegeman A., Abolnik C., et al. Strategic challenges in the global control of high pathogenicity avian influenza: technical item. *90<sup>th</sup> General Session WOA: World Assembly (Paris, 21–25 May 2023)*. Paris: WOA; 2023. <https://www.woah.org/app/uploads/2023/05/a-90sg-8.pdf>
- FAO. Global consultation on highly pathogenic avian influenza (HPAI): Rome, Italy, 2–4 May 2023. *FAO Animal Production and Health Reports*. No. 20. Rome; 2023. 62 p. <https://doi.org/10.4060/cc7302en>
- Infection with high pathogenicity avian influenza viruses. Chapter 10.4. In: *WOAH. Terrestrial Animal Health Code. Vol. 2*. [https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahc/2023/chapitre\\_avian\\_influenza\\_viruses.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2023/chapitre_avian_influenza_viruses.pdf)
- Steensels M., Van Borm S., Lambrecht B., De Vriese J., Le Gros F.-X., Bublot M., van den Berg T. Efficacy of an inactivated and a fowlpox-vectored vaccine in Muscovy ducks against an Asian H5N1 highly pathogenic avian influenza viral challenge. *Avian Diseases*. 2007; 51 (Suppl. 1): 325–331. <https://doi.org/10.1637/7628-042806R.1>
- Steensels M., Bublot M., Van Borm S., De Vriese J., Lambrecht B., Richard-Mazet A., et al. Prime-boost vaccination with a fowlpox vector and an inactivated avian influenza vaccine is highly immunogenic in Pekin ducks challenged with Asian H5N1 HPAI. *Vaccine*. 2009; 27 (5): 646–654. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2008.11.044>

10. Kandeil A., Mostafa A., El-Shesheny R., El-Taweel A. N., Gomaa M., Galal H., et al. Avian influenza H5N1 vaccination efficacy in Egyptian backyard poultry. *Vaccine*. 2017; 35 (45): 6195–6201. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.09.040>

11. Варкентин А. В., Циванюк М. А., Ирза В. Н., Борисов А. В. Изучение поствакцинального иммунитета к гриппу у разных видов домашних птиц. *Ветеринария*. 2009; (6): 25–28. <https://elibrary.ru/kwzdpj>

12. Middleton D., Bingham J., Selleck P., Lowther S., Gleeson L., Lehrbach P., et al. Efficacy of inactivated vaccines against H5N1 avian influenza infection in ducks. *Virology*. 2007; 359 (1): 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2006.08.046>

13. Beato M. S., Toffan A., De Nardi R., Cristalli A., Terregino C., Cattoli G., Capua I. A conventional, inactivated oil emulsion vaccine suppresses shedding and prevents viral meat colonisation in commercial (Pekin) ducks challenged with HPAI H5N1. *Vaccine*. 2007; 25 (20): 4064–4072. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2007.02.042>

14. Kim J.-K., Seiler P., Forrest H. L., Khalenkov A. M., Franks J., Kumar M., et al. Pathogenicity and vaccine efficacy of different clades of Asian H5N1 avian influenza A viruses in domestic ducks. *Journal of Virology*. 2008; 82 (22): 11374–11382. <https://doi.org/10.1128/jvi.01176-08>

15. Swayne D. E. Principles for vaccine protection in chickens and domestic waterfowl against avian influenza: emphasis on Asian H5N1 high pathogenicity avian influenza. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2006; 1081: 174–181. <https://doi.org/10.1196/annals.1373.021>

16. Tian G., Zhang S., Li Y., Bu Z., Liu P., Zhou J., et al. Protective efficacy in chickens, geese and ducks of an H5N1-inactivated vaccine developed by reverse genetics. *Virology*. 2005; 341 (1): 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2005.07.011>

17. Rudolf M., Pöppel M., Fröhlich A., Mettenleiter T., Beer M., Harder T. Efficacy of a commercial inactivated H5 influenza vaccine against highly pathogenic avian influenza H5N1 in waterfowl evaluated under field conditions. *Revue Scientifique et Technique*. 2009; 28 (1): 275–291. <https://doi.org/10.20506/rst.28.1.1881>

18. Niqueux E., Guionie O., Amelot M., Jestin V. Prime-boost vaccination with recombinant H5-fowlpox and Newcastle disease virus vectors affords lasting protection in SPF Muscovy ducks against highly pathogenic H5N1 influenza virus. *Vaccine*. 2013; 31 (38): 4121–4128. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2013.06.074>

19. Kim D.-H., Lee S.-H., Kim J., Lee J., Jeong J.-H., Kim J.-Y., et al. Efficacy of live and inactivated recombinant Newcastle disease virus vaccines expressing clade 2.3.4.4b H5 hemagglutinin against H5N1 highly pathogenic avian influenza in SPF chickens, broilers, and domestic ducks. *Vaccine*. 2024; 42 (18): 3756–3767. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2024.04.088>

20. Hulse-Post D. J., Sturm-Ramirez K. M., Humberd J., Seiler P., Govorkova E. A., Krauss S., et al. Role of domestic ducks in the propagation and biological evolution of highly pathogenic H5N1 influenza viruses in Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2005; 102 (30): 10682–10687. <https://doi.org/10.1073/pnas.0504662102>

21. Avian influenza (including infection with high pathogenicity avian influenza viruses). Chapter 3.3.4. In: *WOAH. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*. [https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/3.03.04\\_AI.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.03.04_AI.pdf)

## REFERENCES

- Alexander D. J. A review of avian influenza in different bird species. *Veterinary Microbiology*. 2000; 74 (1–2): 3–13. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(00\)00160-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(00)00160-7)
- Vasil'tsova N. N., Panova A. S., Petrov V. N., Danilenko A. V., Svyatchenko S. V., Ivanova K. I., et al. Review on the epizootiological situation on highly pathogenic avian influenza globally and in Russia in 2023. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2024; (2): 6–14. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2024-2-6-14> (in Russ.)
- Ирза В. Н., Волков М. С., Варкентин А. В. О текущей панзоотии высокопатогенного гриппа птиц = Current highly pathogenic avian influenza panzootic. *Эффективное животноводство*. 2022; (5): 85–86. <https://elibrary.ru/rcsiti> (in Russ.)
- EFSA Panel on Animal Health and Animal Welfare (AHAW), European Union Reference Laboratory for Avian Influenza, Nielsen S. S., Alvarez J., Bicoût D. J., Calistri P., et al. Vaccination of poultry against highly pathogenic avian influenza – part 1. Available vaccines and vaccination strategies. *EFSA Journal*. 2023; 21 (10):e08271. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8271>
- Swayne D. E., Sims L., Brown I., Harder T., Stegeman A., Abolnik C., et al. Strategic challenges in the global control of high pathogenicity avian influenza: technical item. *90<sup>th</sup> General Session WOA: World Assembly (Paris, 21–25 May 2023)*. Paris: WOA; 2023. <https://www.woah.org/app/uploads/2023/05/a-90sg-8.pdf>
- FAO. Global consultation on highly pathogenic avian influenza (HPAI): Rome, Italy, 2–4 May 2023. *FAO Animal Production and Health Reports*. No. 20. Rome; 2023. 62 p. <https://doi.org/10.4060/cc7302en>

7. Infection with high pathogenicity avian influenza viruses. Chapter 10.4. In: WOA. *Terrestrial Animal Health Code. Vol. 2.* [https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahc/2023/chapitre\\_avian\\_influenza\\_viruses.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2023/chapitre_avian_influenza_viruses.pdf)
8. Steensels M., Van Borm S., Lambrecht B., De Vriese J., Le Gros F.-X., Bublot M., van den Berg T. Efficacy of an inactivated and a fowlpox-vectored vaccine in Muscovy ducks against an Asian H5N1 highly pathogenic avian influenza viral challenge. *Avian Diseases.* 2007; 51 (Suppl. 1): 325–331. <https://doi.org/10.1637/7628-042806R.1>
9. Steensels M., Bublot M., Van Borm S., De Vriese J., Lambrecht B., Richard-Mazet A., et al. Prime-boost vaccination with a fowlpox vector and an inactivated avian influenza vaccine is highly immunogenic in Pekin ducks challenged with Asian H5N1 HPAI. *Vaccine.* 2009; 27 (5): 646–654. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2008.11.044>
10. Kandeil A., Mostafa A., El-Shesheny R., El-Taweel A. N., Gomaa M., Galal H., et al. Avian influenza H5N1 vaccination efficacy in Egyptian backyard poultry. *Vaccine.* 2017; 35 (45): 6195–6201. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.09.040>
11. Varkentin A. V., Tsivanyuk M. A., Irza V. N., Borisov A. V. Study of post-vaccinal immunity to influenza in poultry of different species. *Veterinariya.* 2009; (6): 25–28. <https://elibrary.ru/kwzdpj> (in Russ.)
12. Middleton D., Bingham J., Selleck P., Lowther S., Gleeson L., Lehbach P., et al. Efficacy of inactivated vaccines against H5N1 avian influenza infection in ducks. *Virology.* 2007; 359 (1): 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2006.08.046>
13. Beato M. S., Toffan A., De Nardi R., Cristalli A., Terregino C., Cattoli G., Capua I. A conventional, inactivated oil emulsion vaccine suppresses shedding and prevents viral meat colonisation in commercial (Pekin) ducks challenged with HPAI H5N1. *Vaccine.* 2007; 25 (20): 4064–4072. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2007.02.042>
14. Kim J.-K., Seiler P., Forrest H. L., Khalenkov A. M., Franks J., Kumar M., et al. Pathogenicity and vaccine efficacy of different clades of Asian H5N1 avian influenza A viruses in domestic ducks. *Journal of Virology.* 2008; 82 (22): 11374–11382. <https://doi.org/10.1128/jvi.01176-08>
15. Swayne D. E. Principles for vaccine protection in chickens and domestic waterfowl against avian influenza: emphasis on Asian H5N1 high pathogenicity avian influenza. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 2006; 1081: 174–181. <https://doi.org/10.1196/annals.1373.021>
16. Tian G., Zhang S., Li Y., Bu Z., Liu P., Zhou J., et al. Protective efficacy in chickens, geese and ducks of an H5N1-inactivated vaccine developed by reverse genetics. *Virology.* 2005; 341 (1): 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2005.07.011>
17. Rudolf M., Pöppel M., Fröhlich A., Mettenleiter T., Beer M., Harder T. Efficacy of a commercial inactivated H5 influenza vaccine against highly pathogenic avian influenza H5N1 in waterfowl evaluated under field conditions. *Revue Scientifique et Technique.* 2009; 28 (1): 275–291. <https://doi.org/10.20506/rst.28.1.1881>
18. Niqueux E., Guionie O., Amelot M., Jestin V. Prime-boost vaccination with recombinant H5-fowlpox and Newcastle disease virus vectors affords lasting protection in SPF Muscovy ducks against highly pathogenic H5N1 influenza virus. *Vaccine.* 2013; 31 (38): 4121–4128. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2013.06.074>
19. Kim D.-H., Lee S.-H., Kim J., Lee J., Jeong J.-H., Kim J.-Y., et al. Efficacy of live and inactivated recombinant Newcastle disease virus vaccines expressing clade 2.3.4.4b H5 hemagglutinin against H5N1 highly pathogenic avian influenza in SPF chickens, broilers, and domestic ducks. *Vaccine.* 2024; 42 (18): 3756–3767. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2024.04.088>
20. Hulse-Post D. J., Sturm-Ramirez K. M., Humberd J., Seiler P., Govorkova E. A., Krauss S., et al. Role of domestic ducks in the propagation and biological evolution of highly pathogenic H5N1 influenza viruses in Asia. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2005; 102 (30): 10682–10687. <https://doi.org/10.1073/pnas.0504662102>
21. Avian influenza (including infection with high pathogenicity avian influenza viruses). Chapter 3.3.4. In: WOA. *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals.* [https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/3.03.04\\_Al.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.03.04_Al.pdf)

Поступила в редакцию / Received 15.04.2024

Поступила после рецензирования / Revised 03.06.2024

Принята к публикации / Accepted 08.07.2024

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Мороз Наталья Владимировна**, канд. вет. наук, заведующий лабораторией профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9672-8594>, [moroz@arriah.ru](mailto:moroz@arriah.ru)

**Фролов Сергей Владимирович**, канд. вет. наук, начальник отдела профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-6802-9940>, [frolov@arriah.ru](mailto:frolov@arriah.ru)

**Ирза Виктор Николаевич**, д-р вет. наук, доцент, главный научный сотрудник информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-7489-1772>, [irza@arriah.ru](mailto:irza@arriah.ru)

**Щербакова Лидия Олеговна**, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник референтной лаборатории вирусных болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-5434-6179>, [scherbakova@arriah.ru](mailto:scherbakova@arriah.ru)

**Кулаков Владимир Юрьевич**, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории профилактики болезней птиц ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-1898-4576>, [kulakov@arriah.ru](mailto:kulakov@arriah.ru)

**Natalia V. Moroz**, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9672-8594>, [moroz@arriah.ru](mailto:moroz@arriah.ru)

**Sergey V. Frolov**, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Head of Department for Avian Disease Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6802-9940>, [frolov@arriah.ru](mailto:frolov@arriah.ru)

**Viktor N. Irza**, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Associate Professor, Chief Researcher, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7489-1772>, [irza@arriah.ru](mailto:irza@arriah.ru)

**Lidia O. Scherbakova**, Cand. Sci. (Biology), Leading Researcher, Reference Laboratory for Avian Viral Diseases, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-5434-6179>, [scherbakova@arriah.ru](mailto:scherbakova@arriah.ru)

**Vladimir Yu. Kulakov**, Cand. Sci. (Veterinary Medicine), Leading Researcher, Laboratory for Avian Diseases Prevention, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-1898-4576>, [kulakov@arriah.ru](mailto:kulakov@arriah.ru)

**Вклад авторов:** Мороз Н. В. – инициатор и руководитель исследований; Фролов С. В. – технический исполнитель исследований, оформление статьи; Ирза В. Н. – инициатор исследований и редактор статьи; Щербакова Л. О. – технический исполнитель молекулярно-биологических исследований; Кулаков В. Ю. – анализ результатов исследований.

**Contribution:** Moroz N. V. – initiated and guided the research; Frolov S. V. – conducted research, prepared the manuscript; Irza V. N. – initiated the research and edited the manuscript; Scherbakova L. O. – conducted molecular and biological research; Kulakov V. Yu. – analyzed the research results.