



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Ветеринарная патология Russian Journal of Veterinary Pathology

Рецензируемый научно-практический журнал

eISSN 2949-4826

Издается с 2002 года

Периодичность – 4 выпуска в год

DOI: 10.23947/2949-4826



Медаль Отделения ветеринарной
медицины РАСХН
«За достижения в области
ветеринарной науки». Вручена
редакции журнала в 2009 г.

Учредитель и издатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону

«Ветеринарная патология» — рецензируемый научно-практический журнал, в котором публикуются результаты оригинальных исследований и обзорные статьи в области ветеринарной медицины. Освещаются вопросы паразитологии, физиологии, фармакологии, экологии, уделяется внимание инфекционным болезням и другим аспектам ветеринарии домашних, сельскохозяйственных и диких животных.

Цель журнала заключается в повышении профессионального уровня знаний профильной аудитории и распространении по всему миру высокоэффективных, тщательно проверенных ветеринарных научных исследований, используя только онлайн-формат открытого доступа для максимальной доступности.

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в котором должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (Перечень ВАК) по следующим научным специальностям:

- 1.5.17 – Паразитология (биологические науки, ветеринарные науки)
- 4.2.1 – Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки, ветеринарные науки)
- 4.2.2 – Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (биологические науки, ветеринарные науки)
- 4.2.3 – Инфекционные болезни и иммунология животных (ветеринарные науки, биологические науки)
- 4.2.4 – Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки, сельскохозяйственные науки)
- 4.2.5 – Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (биологические науки, сельскохозяйственные науки)

<i>Регистрация:</i>	Выписка из реестра зарегистрированных средств массовой информации ЭЛ № ФС 77-85552 от 27.06.2023 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
<i>Индексация и архивация:</i>	РИНЦ, DOAJ, AGRIS, CyberLeninka, CrossRef, Internet Archive, Google Scholar
<i>Сайт:</i>	https://www.vetpat.ru/
<i>Адрес редакции:</i>	344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
<i>E-mail:</i>	vetpat@donstu.ru
<i>Телефон:</i>	+7 (863) 273-85-08
<i>Дата выхода №1, 2026 в свет:</i>	31.03.2026





Russian Journal of Veterinary Pathology

Veterinarnaya Patologiya

Peer-reviewed scientific and practical journal

eISSN 2949-4826

Published since 2002

Periodicity – 4 issues per year

DOI: 10.23947/2949-4826



The medal “For Achievements in the Field of Veterinary Science” by the Veterinary Medicine Department of the Russian Academy of Agricultural Sciences. Awarded to the editorial board in 2009.

Founder and Publisher — Don State Technical University (DSTU), Rostov-on-Don, Russian Federation

The “Russian Journal of Veterinary Pathology” is a peer-reviewed scientific and practical journal that publishes the results of the original research and review articles in the field of veterinary medicine. It covers the issues of parasitology, physiology, pharmacology, ecology, and considers the aspects of infectious diseases and other matters of veterinary medicine of companion, farm and wild animals.

The journal aims at enhancing the level of professional knowledge of the target audience and to disseminate worldwide the highly efficient, thoroughly verified scientific research in the field of veterinary medicine using an online open access format for maximum accessibility.

The journal is included in the List of the leading peer-reviewed scientific publications (Higher Attestation Commission under the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation), where the main scientific results of dissertations for the degrees of Doctor and Candidate of Science in the following scientific specialties should be published.

- Parasitology
- Animal Pathology, Morphology, Physiology, Pharmacology and Toxicology
- Sanitation, Hygiene, Ecology, Veterinary and Sanitary Expertise and Biosafety
- Infectious Diseases and Animal Immunology
- Zootechnics, Feeding, Technologies of Feed Preparation and Livestock Products Production
- Breeding, Selection, Genetics and Animal Biotechnology

<i>Registration</i>	Extract from the Register of Registered Mass Media ЭЛ № ФС 77 – 85552 dated June 27, 2023, issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media
<i>Indexing and Archiving</i>	RISC, DOAJ, AGRIS, CyberLeninka, CrossRef, Internet Archive, Google Scholar
<i>Website</i>	http://www.vetpat.ru/
<i>Address of the Editorial Office</i>	1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don 344003, Russian Federation
<i>E-mail</i>	vetpat@donstu.ru
<i>Telephone</i>	+7 (863) 273-85-08
<i>Date of Publication No.1,2026</i>	31.03.2026



Редакционная коллегия

Главный редактор

Ермаков Алексей Михайлович, доктор биологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Заместитель главного редактора

Аксенова Полина Владимировна, доктор биологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Тодоров Святослав Димитров, Ph.D, Университет Сан-Паулу (Сан-Паулу, Бразилия)

Выпускающий редактор

Калошкина Инна Муратовна, кандидат ветеринарных наук, начальник отдела противопаразитарных, ветеринарно-санитарных мероприятий ГКУ КСББЖ «Краснодарская» (Краснодар, Российская Федерация)

Ответственный секретарь

Ламтева Алина Владимировна, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Алипер Тарас Иванович, доктор биологических наук, профессор, Федеральный научно-исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. почетного академика Н.Ф. Гамалеи (Москва, Российская Федерация)

Аммар Альгбури, Ph.D (биология), декан ветеринарного факультета, Университет Дияла (Баакуба, Ирак)

Алешукина Анна Валентиновна, доктор медицинских наук, Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Ариунболд Жаргалсайхан, Ph.D, Монгольский государственный университет образования (Улан-Батор, Монголия)

Белова Лариса Михаловна, доктор биологических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Бондарь Игорь Вечеславович, доктор биологических наук, Заведующий лабораторией физиологии сенсорных систем, Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Российская Федерация)

Брюя Жан-Франсуа, DVM, Ph.D, лауреат Университета Поля Сабатье, дипломант Европейского колледжа репродукции животных (ECAR), президент Французской ассоциации по изучению репродукции животных, член экзаменационной комиссии Европейского колледжа репродукции животных (ECAR), профессор териогенологии Национального колледжа ветеринарной медицины, пищевых наук и инженерии (Нант, Франция)

Ватников Юрий Анатольевич, доктор ветеринарных наук, профессор, Российский университет дружбы народов (Москва, Российская Федерация)

Верховский Олег Анатольевич, доктор биологических наук, профессор, Научно-исследовательский институт диагностики и профилактики болезней человека и животных (Москва, Российская Федерация)

Дерезина Татьяна Николаевна, доктор биологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Дилекова Ольга Владимировна, доктор биологических наук, доцент, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Карташов Сергей Николаевич, доктор биологических наук, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Квочко Андрей Николаевич, доктор биологических наук, профессор, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Клименко Александр Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Донской государственной аграрный университет (пос. Персиановский, Ростовская область, Российская Федерация)

Коняев Сергей Владимирович, кандидат биологических наук, главный врач ветеринарной клиники «АС Вет» (Новосибирск, Российская Федерация)

Кун Венема, Ph.D (естественные науки), профессор, Маастрихтский университет (Маастрихт, Нидерланды);

Макаров Владимир Владимирович, доктор биологических наук, профессор, Российский университет дружбы народов (Москва, Российская Федерация)

Недосеков Виталий Владимирович, доктор ветеринарных наук, профессор, Институт ветеринарной медицины Национального аграрного университета (Киев, Украина)

Онорлагчаа Ганболд, Ph.D, Монгольский государственный университет образования (Улан-Батор, Монголия)

Паршин Павел Андреевич, доктор ветеринарных наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии (Воронеж, Российская Федерация)

Сотникова Лариса Федоровна, доктор ветеринарных наук, профессор, Российский биотехнологический университет (Москва, Российская Федерация)

Стекольников Анатолий Александрович, доктор ветеринарных наук, профессор, ректор, Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Степанова Марина Вячеславовна, доктор ветеринарных наук, доцент, Российский биотехнологический университет (Москва, Российская Федерация)

Твердохлебова Татьяна Ивановна, доктор медицинских наук, Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Фернандо Саймон Мартин, профессор Университета Саламанки (Саламанка, Испания)

Чикиндас Михаил Леонидович, кандидат биологических наук, доцент, Рутгерский государственный университет штата Нью-Джерси (Нью-Брансвик, США)

Чистяков Владимир Анатольевич, доктор биологических наук, Академия биологии и биотехнологии, Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Урошевич Миливоје, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член Академии ветеринарной медицины – Сербского ветеринарного общества, директор по научной работе, Центр сохранения аборигенных пород (Белград, Сербия)

Editorial Board

Editor-in-Chief

Alexey M. Ermakov, Dr.Sci. (Biology), Professor, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Deputy Chief Editor

Polina V. Aksenova, Dr.Sci. (Biology), Professor, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Svetoslav D. Todorov, Ph.D, University of São Paulo (São Paulo, Brazil)

Executive Editor

Inna M. Kaloshkina, Cand.Sci. (Veterinary Medicine), Head of the Antiparasitic, Veterinary and Sanitary Activities Department, State-Funded Institution of the Krasnodar Region “Krasnodar Regional Station for Combating Animal Diseases” (Krasnodar, Russian Federation)

Executive Secretary

Alina V. Lamteva, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Alexander I. Klimenko, Dr.Sci. (Agriculture), Professor, Don State Agrarian University (Persianovsky Settlement, Russian Federation)

Ammar Algburi, Ph.D. (Biology), Dean of the Veterinary Faculty, Diyala University (Baakuba, Iraq)

Anatoly A. Stekolnikov, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russian Federation)

Andrey N. Kvochko, Dr.Sci. (Biology), Professor, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Anna V. Aleshukina, Dr.Sci. (Medicine), Rostov Scientific Research Institute of Microbiology and Parasitology (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Ariunbold Jargalsaikhan, Ph.D., Mongolian State University of Education (Ulaanbaatar, Mongolia)

Fernando Simón Martín, Professor, University of Salamanca (Salamanca, Spain)

Igor V. Bondar, Dr.Sci. (Biology), Head of the Physiology of Sensory Systems Laboratory, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Jean-François Bruyas, D.V.M, Ph.D., Laureate of the Paul Sabatier University, Diplomat of the European College of Animal Reproduction (ECAR), President of the French Association for the Study of Animal Reproduction, Member of the Exam Committee of the European College of Animal Reproduction (ECAR), Professor of theriogenology, National College of Veterinary Medicine, Food Science and Engineering (Nantes, France)

Koen Venema, Ph.D (Natural Sciences), Maastricht University (Maastricht, Netherlands)

Larisa F. Sotnikova, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Russian Biotechnological University (Moscow, Russian Federation)

Marina V. Stepanova, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Associate Professor, Russian Biotechnological University (Moscow, Russian Federation)

Michael L. Chikindas, Cand.Sci. (Biology), Associate Professor of Food Science Department, Rutgers University, the State University of New Jersey (New Brunswick, USA)

Oleg A. Verkhovsky, Dr.Sci. (Biology), Professor, Diagnostic and Prevention Research Institute for Human and Animal Diseases (Moscow, Russian Federation)

Olga V. Dilekova, Dr.Sci. (Biology), Associate Professor, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Onolragchaa Ganbold, Ph.D., Mongolian State University of Education (Ulaanbaatar, Mongolia)

Pavel A. Parshin, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy (Voronezh, Russian Federation)

Sergey N. Kartashov, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Sergey V. Konyaev, Cand.Sci. (Biology), Chief Medical Officer of the Veterinary Clinic “AS Vet” (Novosibirsk, Russian Federation)

Taras I. Aliper, Dr.Sci (Biology), Professor, National Research Center for Epidemiology and Microbiology Named after Honorary Academician N.F. Gamaleya (Moscow, Russian Federation)

Tatyana I. Tverdokhlebova, Dr.Sci. (Medicine), Rostov Scientific Research Institute of Microbiology and Parasitology (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Tatyana N. Derezina, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Vitalii V. Nedosekov, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor of the Institute of Veterinary Medicine, National Agrarian University (Kiev, Ukraine)

Vladimir A. Chistyakov, Dr.Sci. (Biology), Academy of Biology and Biotechnology of Southern Federal University, (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Vladimir V. Makarov, Dr.Sci. (Biology), Professor, Honoured Scholar of the Russian Federation, Professor, Peoples’ Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation)

Yurii A. Vatnikov, Dr.Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Peoples’ Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation)

Содержание

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

Распространенность трематод семейства *Notocotylidae* на территории Пермского края

Т.Н. Сивкова, Д.А. Локтева, М.В. Хазова 7

Малый прудовик (*Lymnaea truncatula*) и его роль в распространении трематодозов. Ситуация в Калужской области. Обзор научной литературы

Я.С. Морозов, А.М. Никанорова 17

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

Создание интеллектуальной системы диагностирования ацидоза рубца у коров. Часть 2: Компьютерная реализация.

В.В. Побединский, А.А. Побединский, Г.А. Иовлев 26

Клинический случай пролиферативного и некротизирующего наружного отита (PNOE) у возрастной кошки

А.Ю. Кочеткова, А.С. Фомина 34

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Поиск ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с показателями экстерьера (тазовые параметры) коров голштинской породы

М.В. Бытов, В.Д. Зубарева, А.С. Краснощёров, Н.А. Безбородова, М.А. Печёнкина, О.В. Соколова 41

САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА, ЭКОЛОГИЯ, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА И БИОБЕЗОПАСНОСТЬ

Неконтролируемый падеж сельскохозяйственных животных в Российской Федерации: государственная проблематика в условиях санкционных ограничений

Е.О. Миргородская, Ю.Л. Степанова, И.О. Потапенко, А.М. Ермаков 50

Contents

PARASITOLOGY

Prevalence of Trematodes of the Family Notocotylidae in the Perm Territory

Tatiana N. Sivkova, Darya A. Lokteva, Margarita V. Khazova 7

The Small Pond Snail (*Lymnaea truncatula*) and Its Role in Spreading Trematodiasis. The Situation in the Kaluga Region: Literature Review

Yaroslav S. Morozov, Anna M. Nikanorova 17

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

Development of an Intelligent System for Diagnosing Rumen Acidosis in Cows. Part 2: Computer Implementation

Vladimir V. Pobedinskiy, Andrey A. Pobedinskiy, Grigory A. Iovlev 26

A Clinical Case of Proliferative and Necrotizing Otitis Externa (PNOE) in an Elderly Cat

Anastasia Yu. Kochetkova, Anna S. Fomina 34

ANIMAL BREEDING, SELECTION, GENETICS, AND BIOTECHNOLOGY

Basic Principles and Practical Instructions for Proper Feeding of Donkeys

Maksim V. Bytov, Vladlena D. Zubareva, Alexander S. Krasnoperov, Natalia A. Bezborodova, Marina A. Pechenkina, Olga V. Sokolova 41

SANITARY, HYGIENIC, ECOLOGICAL, VETERINARY-SANITARY EXAMINATION AND BIOLOGICAL SAFETY

Uncontrollable Mortality in Agricultural Animals in the Russian Federation: A State-Level Problem in the Context of Sanction Restrictions

Elena O. Mirgorodskaya, Yulia L. Stepanova, Igor O. Potapenko, Alexey M. Ermakov 50

ПАРАЗИТОЛОГИЯ

PARASITOLOGY



УДК 619:616.995.122

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-7-16>

Распространенность трематод семейства Notocotylidae на территории Пермского края



EDN: LKXCIS

Т.Н. Сивкова  ✉, Д.А. Локтева , М.В. Хазова 

Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, г. Пермь, Российская Федерация

✉ tatiana-sivkova@yandex.ru

Аннотация

Введение. Нотокотилидозы — довольно распространенные в России диксенные трематодозы птиц и некоторых млекопитающих, вызываемые представителями семейства Notocotylidae, паразитирующими в кишечнике. Несмотря на присутствующие в Пермском крае благоприятные факторы роста численности этого вида трематод (гидрология, распространенность восприимчивых хозяев), эпизоотическая ситуация по ним в регионе на данный момент остается неизученной. Цель статьи — исследовать распространенность трематод семейства Notocotylidae на территории Пермского края.

Материалы и методы. Объектом исследования стали пресноводные брюхоногие моллюски (n=340), трупы диких водоплавающих птиц (n=16) и пробы помёта из мест скопления крякв (n=139), собранные на территории Пермского края в теплый сезон 2024 и 2025 гг. Исследования осуществлялись в ПГАТУ имени Д.Н. Прянишникова согласно общепринятым методикам: компрессорная микроскопия; метод неполных гельминтологических вскрытий; последовательные промывания помёта; стандартное гистологическое исследование тканей инвазированных моллюсков и утиных.

Результаты исследования. Выявлена инвазия церкариями *Notocotylus sp.* одного экземпляра *Anisus vortex* из Мотовилихинского пруда (г. Пермь), а также марита *N. attenuatus* в кишечнике у *Clangula hyemalis*. Гистологические препараты инвазированного моллюска показали отёчность, разволокнение тканей, гиперсекрецию мучина, также выявлены отдельные церкарии. Воздействие *N. attenuatus* на кишечник птицы также оказалось хроническим и проявилось отёком и дистрофическими изменениями в тканях, развитием макрофагальной реакции в лимфатических узлах.

Обсуждение и заключение. Наличие личинок нотокотилид на территории Пермского края не подтвердило природный очаг нотокотилидоза птиц. Вероятно, дефинитивным хозяином в данном случае выступают млекопитающие. Марита *N. attenuatus* выявлена у пролетного вида — морянки, которая могла быть инвазирована в местах зимовки или гнездования.

Ключевые слова: нотокотилиды, Notocotylidae, трематоды, распространенность, птицы, моллюски, гистологические изменения, Пермский край

Для цитирования. Сивкова Т.Н., Локтева Д.А., Хазова М.В. Распространенность трематод семейства Notocotylidae на территории Пермского края. *Ветеринарная патология.* 2026;25(1):7–16. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-7-16>

Prevalence of Trematodes of the Family Notocotylidae in the Perm Territory

Tatiana N. Sivkova  ✉, Darya A. Lokteva , Margarita V. Khazova 

Perm State Agro-Technological University Named after Academician D.N. Pryanishnikov, Perm, Russian Federation

✉ tatiana-sivkova@yandex.ru

Abstract

Introduction. Notocotylidoses are fairly widespread in Russia dioxenous trematode diseases of birds and some mammals caused by the members of the family Notocotylidae, which parasitize in the intestines. Although the Perm Territory conditions (hydrological situation, prevalence of susceptible hosts) are apt to the increase of the population of this trematode species, the epizootic situation for this trematode in the region remains unstudied. The aim of the article is to investigate the prevalence of trematodes of the family Notocotylidae in the Perm Territory.

Materials and Methods. The objects of the study were freshwater gastropods (n=340), cadavers of wild waterfowl (n=16) and samples of mallards' droppings from the places of their aggregations (n=139) collected in the Perm Territory during the warm seasons of 2024 and 2025. The research was carried out at Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov in compliance with the standard techniques: using microscopy compressor; partial helminthological dissections; sequential washings of droppings; standard histological examination of tissues of infested mollusks and ducks.

Results. A single *Anisus vortex* specimen from the Motovilikha Pond (Perm) was found to be infested with cercaria of *Notocotylus sp.* Also, marita of *N. attenuatus* was found in the intestines of a *Clangula hyemalis*. In the histological samples of the infested mollusk, edema, friable tissues, mucin hypersecretion were revealed, and single cercariae were isolated. Also, the exposure of bird's intestines to *N. attenuatus* resulted in chronic condition manifested in edema and degenerative changes in the tissues, as well as the development of the macrophage response in the lymph nodes.

Discussion and Conclusion. The presence of larval notocotylids in the Perm Territory did not confirm having a natural focus of avian notocotylidosis there. In this case, mammals are likely to be the definitive hosts. Marita of *N. attenuatus* was detected in a migratory species, in the long-tailed duck, which might have been infested in its wintering or nesting areas.

Keywords: notocotylids, Notocotylidae, trematodes, prevalence, birds, mollusks, histological changes, Perm Territory

For Citation. Sivkova TN, Lokteva DA, Khazova MV. Prevalence of Trematodes of the Family Notocotylidae in the Perm Territory. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2026;25(1):7–16. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-7-16>

Введение. Согласно современным представлениям, трематоды как паразитические организмы появились в кембрийском периоде и к настоящему времени насчитывают более 2700 номинальных родов и около 18 000 видов [1] и паразитируют у рыб, амфибий, рептилий, птиц, млекопитающих, а также у человека. Большинство характеризуется диксенными или триксенными циклами развития, преимущественно с вовлечением в качестве промежуточного хозяина брюхоногих моллюсков. Многие являются возбудителями болезней сельскохозяйственных и домашних животных, а также людей, в связи с чем ведётся их активное и всестороннее изучение. Особое внимание, как правило, уделяется таким заболеваниям, как описторхоз, фасциолёз, клонорхоз, парагонимоз, шистосомоз и др., однако некоторые инвазии остаются недостаточно изученными.

Одной из таких малоизученных инвазий можно считать нотокотилидозы — трематодозы животных, вызванные паразитированием представителей семейства Notocotylidae, которые регистрируются в кишеч-

нике многих видов птиц, а также у некоторых млекопитающих [2–6]. С экономической точки зрения, нотокотилидозы наносят значимый ущерб птицеводческим хозяйствам и некоторым видам промысловых птиц. Паразитические черви служат причиной механического повреждения слизистой оболочки кишечника и способствуют проникновению в его стенки микроорганизмов. Несмотря на то, что морфология, циклы развития и молекулярный анализ нотокотилид привлекают внимание специалистов соответствующих областей [7, 8], патологоанатомические изменения под действием Notocotylidae описаны скудно. В Руководстве по ветеринарной паразитологии отмечено, что при трематодозах в слепой и прямой кишке регистрируют катаральное или катарально-геморрагическое воспаление слизистой оболочки; в местах фиксации возбудителей разрушается эпителий, появляются язвы; у инвазированных моллюсков формируется реакция в ответ на внедрение и развитие личиночных стадий трематод [9]. Однако при инвазии представителями Notocotylidae подобной информации в литературе мы не обнаружили.

Нотоколидозы имеют давнее и широкое распространение на территории России. Так, ранее сообщалось о выявлении инвазий в Западной Сибири [10], на Кавказе [11], Европейском Севере страны [2, 12] и в некоторых других регионах. На территории Пермского края насчитывается более 29 000 рек общей длиной около 90 000 км, около 115 озёр (площадью более 10 га), 18 водохранилищ, включая такие крупные, как Камское и Воткинское, имеются многочисленные пруды¹. Малакофауна только в бассейне Верхней и Средней Камы насчитывает 97 видов из 30 родов и 10 семейств классов *Bivalvia* и *Gastropoda*. Наиболее разнообразно представлены семейства *Sphaeriidae* (29 видов), *Lymnaeidae* и *Planorbidae* (по 21 виду) [13]. Также в регионе богато представлена орнитофауна [14, 15]: по официальным данным Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии на 2024 г., в Пермском крае насчитывается 71 846 уток и 4665 гусей².

Несмотря на обилие водных ресурсов, широкого распространения специфических хозяев и возможности циркуляции инвазии в природных очагах, целенаправленное изучение распространенности нотоколидозов на территории Пермского края не проводилось, что и послужило обоснованием данной работы.

Материалы и методы. Исследования выполнены на кафедре инфекционных болезней Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова. В связи с диксентностью нотоколид материалом для изучения служили: пресноводные моллюски (n=340); трупы погибших по разным причинам водоплавающих птиц (n=16); пробы помёта (n=139), собранные в местах скопления кряквы. Для сбора материала в теплый сезон 2024 и 2025 гг. обследованы 39 участков водоемов различного назначения в ряде районов Пермского края, а также на территории г. Пермь: Райский сад (Мотовилихинский пруд), р. Данилиха, Золотые пески, микрорайоны Парковый и Липовая гора. Все локации характеризуются свободным доступом к воде и обильной фауной и флорой. Моллюсков собирали ручным способом, их видовую принадлежность устанавливали самостоятельно по конхологическим характеристикам согласно общедоступным определителям [16–18]. Штангенциркулем ТОРЕХ (Польша) измеряли высоту и ширину раковины, ширину устья; затем проводили компрессорную микроскопию с помощью компрессория МИС-7 («Петролазер», Россия) и стереомикроскопа Микромед МС-1 («Микромед», Россия); дополнительно просматривали раковины под бинокулярной лупой на предмет обнаружения личиночных форм трематод.

Трупы диких утиных птиц были предоставлены орнитологами и до момента проведения аутопсии хранились

при температуре –18 °С. Вскрытие проводили согласно стандартной методике.

Места сбора и количество материала для исследований представлены в таблице 1.

Для гистологического исследования ткани моллюсков помещали в раствор формалина с массовой долей формальдегида 4 %, аутопсийный материал от птиц — 10 %. Препараты, окрашенные гематоксилином-эозином, сканировали и просматривали с помощью автоматической системы Vision Assist (West Medica, Австрия) и программного обеспечения для автоматизации микроскопии Vision («Медика Продакт», Россия).

Пробы помёта анализировали методом последовательных промываний. Идентификацию яиц гельминтов выполняли по морфологическим признакам [19].

Результаты исследования. При исследовании 15 экземпляров катушек (*Anisus vortex*) из Мотовилихинского пруда (г. Пермь), собранных в первой декаде июня, в одном случае обнаружены церкарии с морфологией *Notocotylus sp.* (рис. 1). Экстенсивность инвазии (ЭИ) планорбид Мотовилихинского пруда составила 6,67 %. Распределение *A. vortex* Мотовилихинского пруда по размерным параметрам раковин с учетом инвазированности представлены на рис. 2.

Гистологическое исследование пораженного моллюска показало, что ткань между мантией и мышечным слоем разволокнена и отёчна, в цитоплазме клеток отмечается большое содержание муцина. В капсулах, стенка которых состоит из ряда клеток, располагаются отдельные церкарии, у которых просматривается пигментированный наружный слой с расположенными под ним пучками мышечных волокон, а также паренхима и тубулярные структуры ближе к хвостовой части, представляющие собой органы пищеварительной системы (рис. 3). Воспалительной реакции в тканях вокруг паразитов не отмечено.

Из 16 экземпляров утиных птиц только в кишечнике морянки — редкого для Пермского края пролётного северного морского вида, зимующего на берегах Черного и Азовского морей, — установлена инвазия *N. attenuatus* (рис. 4). При осмотре стенка кишечника утолщена, слизистая оболочка серого цвета, обильно покрыта густой непрозрачной слизью и серо-желтым сметанообразным содержимым. В слизи обнаружены гельминты. Гистологически при сохранении структуры стенок, кишечных ворсинок и крипт выявлены дистрофические изменения в эпителиоцитах. Также дистрофические процессы отмечаются и в межмышечных ганглиях. В центральных отделах лимфатических узлов отмечена умеренная макрофагальная реакция. В подслизистом слое выражена отечность (рис. 5). Указанные изменения характеризуют хроническое токсическое воздействие *N. attenuatus* в месте своей локализации.

¹ По данным Минприроды России (Пермский край). <https://priroda.permkrai.ru/?ysclid=mmox4z0we339984914> (дата обращения: 05.11.2025)

² По данным Минприроды России (Пермский край). <https://priroda.permkrai.ru/devatelnost/okhotnichi-turizm/okhotnichi-resursy-i-okhotnichi-turizm> (дата обращения: 05.11.2025)

Материал для паразитологического исследования и места сбора

№ п/п	Вид	Место обитания	Кол-во экз., шт.
Моллюски			
Viviparidae			
1	Живородящая лужанка <i>Viviparus viviparus</i>	Камское водохранилище (г. Пермь; м.о. Березники; Добрянский р.)	14
		р. Сытва (Кунгурский р.)	16
		р. Чусовая (г. Пермь)	10
		р. Суздалька (г. Краснокамск)	1
		р. Мулянка (г. Пермь)	1
		Липогорский пруд (г. Пермь)	9
Lymnaeidae			
2	Прудовик овальный <i>Lymnaea ovata</i>	р. Усьва (Губахинский р.)	51
		р. Полуденка (Горнозаводский р.)	3
		р. Койва (Горнозаводский р.)	1
		р. Копанец (Осинский р.)	19
		р. Шерья (Нытвенский р.)	2
		р. Сюзьва (Краснокамский р.)	4
		р. Мулянка (г. Пермь)	2
		р. Сытва (Кишертский р.)	1
		Майский пруд (Краснокамский р.)	2
3	Прудовик ломкий <i>Lymnaea fragilis</i>	Липогорский пруд (г. Пермь)	4
		Майский пруд (Краснокамский р.)	13
		р. Койва (Горнозаводский р.)	5
		р. Шерья (Нытвенский р.)	3
4	Обыкновенный прудовик <i>Lymnaea stagnalis</i>	р. Сюзьва (Кунгурский р.)	2
		р. Суздалька (г. Краснокамск)	3
		водоемы (Краснокамский р. - н.п. Конец-Бор, Бусырята, Хухрята, Абакшата, СНТ Сюзьва-5)	65
		р. Копанец (Осинский р.)	5
		р. Сытва (Пермский р.)	3
		водоем (Пермский р., н.п. СНТ Родник)	1
5	Прудовик вытянутый <i>Lymnaea peregra</i>	озеро-старица (Краснокамский р.)	15
6	Прудовик болотный <i>Stagnicola palustris</i>	р. Суздалька (г. Краснокамск)	4
		озеро-старица (Краснокамский р.)	16
7	<i>Stagnicola callomphala</i>	р. Сюзьва (Краснокамский р.)	6
		р. Ласьва (Краснокамский р.)	3
8	Прудовик ушастый <i>Radix auricularia</i>	р. Суздалька (г. Краснокамск)	3
		р. Сюзьва (Краснокамский р.)	3
		р. Полуденка (Горнозаводский р.)	2
Planorbidae			
9	Катушка закрученная <i>Anisus vortex</i>	Мотовилихинский пруд (г. Пермь)	15
10	Роговая катушка <i>Planorbarius corneus</i>	р. Шерья (Нытвенский р.)	2
		Липогорский пруд (г. Пермь)	2
11	Катушка окаймленная <i>Planorbis planorbis</i>	р. Копанец (Осинский р.)	2
		Мотовилихинский пруд (г. Пермь)	5
12	<i>Planorbidae spp.</i>	озера-старицы (Краснокамский р.)	19
		Камское водохранилище (г. Пермь)	3
Птицы			
13	Кряква <i>Anas platyrhynchos</i>	г. Пермь; Пермский р.; Чусовской р.	6
14	Хохлатая чернеть <i>Aythya fuligula</i>	Пермский край	4
15	Чирок-трескунок <i>Spatula querquedula</i>	Краснокамский р.	2
16	Чирок-свистунок <i>Anas crecca</i>	Пермский край	1
17	Морянка <i>Clangula hyemalis</i>	п. Мыс (Чусовской р.)	1
18	Большой крохаль <i>Mergus merganser</i>	п. Мыс (Чусовской р.)	2



Рис. 1. Церкарий *Notocotylus* sp. из *Anisus vortex*. Ув. $\times 400$

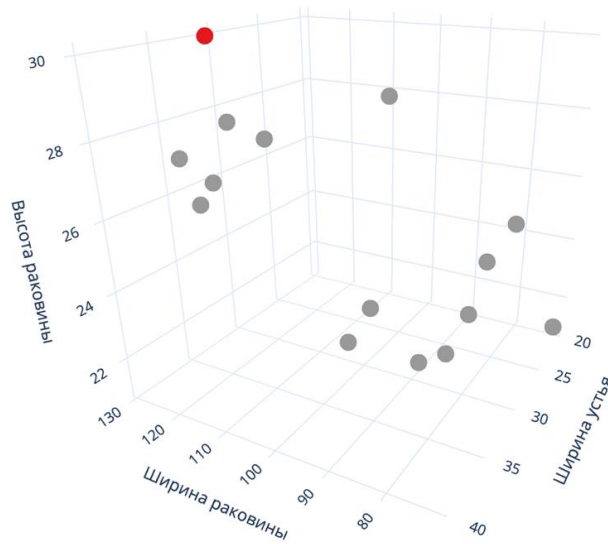


Рис. 2. Распределение размерности *Anisus vortex* с учетом инвазии (серые точки — нет инвазии, красная — есть инвазия)

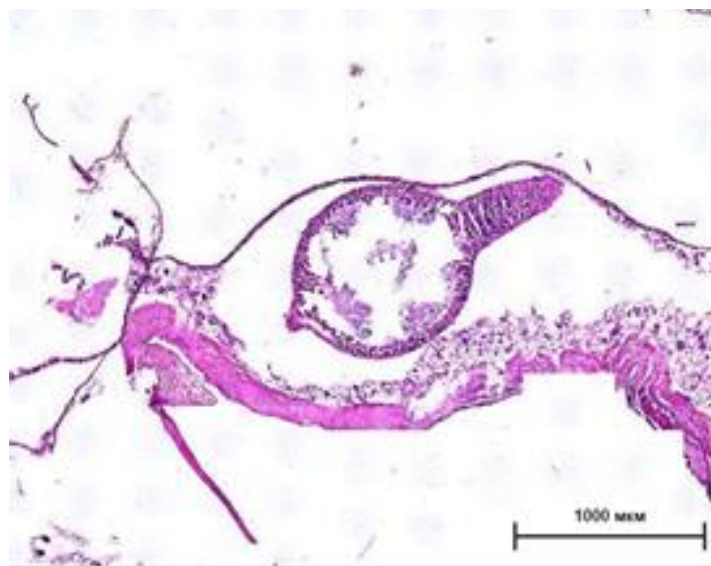


Рис. 3. Ткани *Anisus vortex* при инвазии церкариями *Notocotylus* sp. Ув. $\times 100$



Рис. 4. Марита *N. attenuatus* из кишечника морянки. Ув. $\times 100$

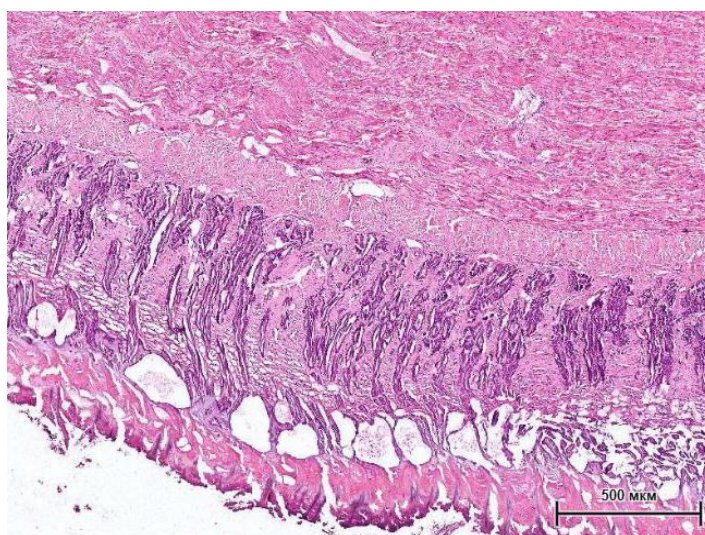


Рис. 5. Кишечник морянки при инвазии *N. attenuatus*. Ув. $\times 200$

Таким образом, при исследовании пресноводных моллюсков в Пермском крае наличие партенитов нотокотилид установлено только в Мотовилихинском пруду, однако при анализе помёта утиных птиц из данной локации характерных яиц *N. attenuatus* не было обнаружено ни в одном случае, хотя на данном водоёме отмечается значительное скопление кряквы, и было исследовано 53 пробы помёта в разное время года. Обнаружение *N. attenuatus* у единственной пролётной утки, по всей вероятности, свидетельствует о заражении её в местах гнездования или зимовки.

Обсуждение и заключение. Анализируя размерные характеристики раковин, можно поделить выборку на две группы: одна представлена более крупными и взрослыми особями ($n=7$), среди которых и была обнаружена инвазированная нотокотилиусами; а вторая группа ($n=8$) состоит из более молодых и мелких экземпляров. В научной литературе информации по возрасту моллюсков, подвергающихся инвазии нотокотилидами, мы не

обнаружили, однако установлено, что битинииды заражаются трематодами максимально в возрасте 2–3 лет, сроки же заражения значительно зависят от температуры окружающей среды [17, 18].

Сравнивая с аналогичным показателем в других регионах, многолетняя ЭИ битиниид в устье реки Каргат (Западная Сибирь) составила всего 0,62 %, причем в некоторые годы нотокотилиды в выборке моллюсков и вовсе отсутствовали. Уровень зараженности партенитами нотокотилид для моллюсков семейства Lymnaeidae колебался на уровне 0,1–0,2 % [10]. В нашей выборке лимнеиды не были инвазированы нотокотилидами ни в одном случае. Битинииды же не обнаружены ни в одной локации.

Согласно научным данным, кряквы, чирок-трескун, широконоска, серая утка, красноглазая чернеть, как и другие гусеобразные, часто бывают заражены нотокотилиусом с интенсивностью инвазии (ИИ) до 1118 экземпляров [10, 21]; также инвазия нотокотилидами встречается у многих диких видов во всем мире [22–24].

Список литературы/References

1. Gibson DI, Jones A, Bray RA (Eds.). *Keys to the Trematoda. Volume 2*. Wallingford, UK: CABI Publishing; 2005. 768 p.
2. Гончар А.Г. *Жизненные циклы трематод сем. Notocotylidae в экосистемах побережья северных морей*. Автореферат диссертации кандидата биологических наук. Санкт-Петербург; 2023. 25 с.
Gonchar AG. *Life Cycles of Trematodes of the Family Notocotylidae in Ecosystems of the Northern Seas' Coasts*. Extended Abstract of Cand.Sci. (Biology) Dissertation. Saint Petersburg; 2023. 25 p. (In Russ.)
3. Aguilar-Morales A, Sánchez-Nava P, Aguilar Ortigoza CJ, Rodríguez-Romero F. Variaciones Morfométricas del Género *Notocotylus* (Digenea: Notocotylidae), Parásitos de Avesacuáticas (Rallidae y Anatidae) en las Ciénegas de Lerma, Estado de México. *Acta Zoológica Mexicana*. 2022;38:1–16. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812402>
4. Buriro SA, Birmani NA. Morphological Study of *Notocotylus Jamshorensis* n. sp. (Trematoda: Notocotylidae) from Mallard *Anas Platyrhynchos* of Hamal Lake of Pakistan. *The Research of Medical Science Review*. 2024;2(3):2087–2093. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14733255>
5. Gagnon DK, Kasl EL, Preisser WC, Belden LK, Detwiler JT. Morphological and Molecular Characterization of *Quinqueserialis* (Digenea: Notocotylidae) Species Diversity in North America. *Parasitology*. 2021;148(9):1083–1091. <https://doi.org/10.1017/S0031182021000792>
6. Flores VR, Hernández-Orts JS, Viozzi GP. A New Species of *Notocotylus* (Digenea: Notocotylidae) from the Black-Necked Swan *Cygnus Melancorhyphus* (Molina) of Argentina. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 2023;45:100925. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2023.100925>
7. Flores V, Brugni N. *Notocotylus Biomphalariae* n. sp. (Digenea: Notocotylidae) from *Biomphalaria Peregrina* (Gastropoda: Pulmonata) in Patagonia, Argentina. *Systematic Parasitology*. 2005;61(3):207–14. <https://doi.org/10.1007/s11230-005-3166-2>
8. Gonchar A, Jouet D, Skirnisson K, Krupenko D, Galaktionov K. Transatlantic Discovery of *Notocotylus Atlanticus* (Digenea: Notocotylidae) Based on Life Cycle Data. *Parasitology Research*. 2019;118:1445–1456. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06297-8>
9. Галат В.Ф., Ятусевич А.И. (ред.) Нокотилидозы птиц. В кн.: *Руководство по ветеринарной паразитологии*. Минск: ИВЦ Минфина; 2015. 496 с. URL: <https://www.activestudy.info/nokotilidozypitic/?ysclid=mh8xqwzwwfg209359300> (дата обращения 28.10.2025)
- Galat VF, Yatusевич AI (Eds.) Notocotylosis in Birds. In book: *Manual on Veterinary Parasitology*. Minsk: Information and Data Center of the Ministry of Finance; 2015. 496 p. (In Russ.) URL: <https://www.activestudy.info/nokotilidozyptic/?ysclid=mh8xqwzwwfg209359300> (accessed: 28.10.2025)
10. Сербина Е.А., Бонина О.М. Динамика очагов нокотилидозов птиц в экосистеме озера Чаны (Западная Сибирь) за последние 80 лет. *Российский паразитологический журнал*. 2015;(3):29–36.
Serbina EA, Bonina OM. Dynamics of Foci of Bird Notocotylosis in the Ecosystem of Lake Chany (Western Siberia) in the Last 80 Years. *Russian Journal of Parasitology*. 2015;3:29–36. (In Russ.)
11. Кодзокова Э.Х. *Эколого-эпизоотологическая оценка нокотилидозов водоплавающих птиц в регионе Центрального Кавказа и разработка методов регуляции численности трематод*. Автореферат диссертации кандидата биологических наук. Махачкала; 2004. 25 с.
Kodzokova EK. *Ecological and Epizootiological Assessment of Notocotylosis in Waterfowl in the Central Caucasus Region and Development of Methods for Regulating the Number of Trematodes*: Extended Abstract of Cand.Sci. (Biology) Dissertation. Makhachkala; 2004. 25 p. (In Russ.)
12. Яковлева Г.А., Лебедева Д.А., Иешко Е.П. Трематоды водно-болотных птиц Карелии (по материалам 319-й Союзной гельминтологической экспедиции 1958–1962 годов). *Труды КарНЦРАН*. 2015;2:95–110.
Yakovleva GA., Lebedeva D.A., Ieshko E.P. Trematodes in Wetland Birds of Karelia (Based on Materials from the 319th USSR Helminthological Expedition, 1958–1962). *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN (Proceedings of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences)*. 2015;2:95–110. (In Russ.)
13. Овчанкова Н.Б. Таксономическая структура и происхождение малакофаун речных бассейнов Восточно-Европейской равнины и Урала. В: *Симбиоз Россия 2019: материалы XI Всероссийский конгресс молодых ученых-биологов с международным участием (Пермь, 13–15 мая 2019 г.)*. Пермский государственный национальный исследовательский университет; Пермь, 2019. С. 188–190.
Ovchankova NB. Taxonomic Structure and Origin of Malacofauna in River Basins of the East European Plain and the Urals. In: *Proceedings of the XI All-Russian Congress of Young Researchers in Biological Sciences with the International participation "Symbiosis—Russia 2019" (Perm, May 13–15, 2019)*. Perm: Perm State National Research University; 2019. P. 188–190. (In Russ.)
14. Шепель А.И., Клементьева Т.Н., Мельник А.Г. Водоплавающие и околоводные птицы техногенных водоемов и прудов г. Перми и их охрана. В: *Актуальные проблемы охраны птиц: Материалы Всероссийской научно-*

практической конференции, посвященной 25-летию Союза охраны птиц России (Москва, 10–11 февраля 2018 года). Москва–Махачкала: Союз охраны птиц России, 2018. С. 219–222.

Shepel AI, Klementyeva TN, Melnik AG. Waterfowl and Nearwater Birds of Man-Made Reservoirs and Ponds in the City Perm and Their Protection. In: *Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to the 25th Anniversary of the Union for the Conservation of Birds in Russia “Topical Issues in Bird Conservation”* (Moscow, February 10–11, 2018). Moscow–Makhachkala: Union for the Conservation of Birds in Russia; 2018. P. 219–222. (In Russ.)

15. Матвеева Г.К., Дементьева В.В., Лапушкин В.А., Казаков В.П., Харин Р.В., Васюков С.М. Материалы к распространению некоторых видов птиц в Пермском крае. *Фауна Урала и Сибири*. 2024;(1):41–47.

Matveyeva GK, Dementyeva VV, Lapushkin VA, Kazakov VP, Kharin RV, Vasyukov SM. On the Distribution of Some Bird Species in the Perm Region. *Fauna of the Urals and Siberia*. 2024;(1):41–47. (In Russ.)

16. Хохуткин И.М., Винарский М.В. Моллюски Урала и прилегающих территорий. Семейства Acroloxidae, Physidae, Planorbidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes). Ч. 2. Екатеринбург: Гошицкий; 2013. 184 с.

Khokhutkin IM, Vinarsky MV. Mollusks of the Urals and Adjacent Territories. Families Acroloxidae, Physidae, Planorbidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes). Part 2. Ekaterinburg: Goshchitsky; 2013. 184 p. (In Russ.)

17. Андреева С.И., Андреев Н.И., Винарский М.В. Определитель пресноводных брюхоногих моллюсков (Mollusca: Gastropoda) Западной Сибири. Ч. 1. Gastropoda: Pulmonata. Вып. 1. Семейства Acroloxidae и Lymnaeidae. Омск; 2010. 200 с.

Andreeva SI, Andreev NI, Vinarsky M.V. Key to Freshwater Gastropods (Mollusca: Gastropoda) of Western Siberia. Part 1. Gastropoda: Pulmonata. Issue 1. Families Acroloxidae and Lymnaeidae. Omsk; 2010. 200 p. (In Russ.)

18. Алексеев В.Р., Цалолихин С.Я. (ред.) Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос. Москва, Санкт-Петербург: Товарищество научных изданий КМК; 2016. 457 с.

Alekseev VR and Tsalolikhin SYa (Eds). Identifier of Zooplankton and Zoobenthos of Fresh Waters of European Russia. Vol. 2. Zoobenthos. Moscow–Saint Petersburg: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK; 2016. 457 p. (In Russ.)

19. Черепанов А.А., Москвин А.С., Котельников Г.А., Хренов В.М. Атлас. Дифференциальная диагностика гельминтозов по морфологической структуре яиц и личинок возбудителей. Москва: Россельхозакадемия, 2002. 85 с.

Cherepanov AA, Moskvina AS, Kotelnikov GA, Khrenov VM. Atlas. Differential Diagnostics of Helminthiasis Based on the Morphological Structure of Pathogens' Eggs and Larvae. Moscow: Rosselkhozakademiya; 2002. 85 p. (In Russ.)

20. Атаев Г.Л., Козминский Е.В., Добровольский А.А. Динамика зараженности *Bithynia tentaculata* (Gastropoda: Prosobranchia) трематодами. *Паразитология*. 2002;3(36):203–218.

Ataeva GL, Kozminsky EV, Dobrovolskiy AA. Dynamics of Infection of Bithynia Tentaculata (Gastropoda: Prosobranchia) with Trematodes. *Parasitology*. 2002;3(36):203–218. (In Russ.)

21. Маюрова А.С., Кустикова М.А. Особенности распространения первых промежуточных хозяев *Opisthorchis felineus* вблизи крупных городов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Западная Сибирь). *Социально-экологические технологии*. 2019;9(4):481–501.

Maiurova AS, Kustikova MA. Features of the First Intermediary Host Distribution of *Opisthorchis Felineus* near Major Cities of the KhMAO — Ugra (Western Siberia). *Environmental and Human Ecological Studies*. 2019;9(4):481–501. (In Russ.)

22. Виноградова А.А., Прохорова Е.Е. Видовая идентификация трематод семейства Notocotylidae – паразитов утиных. В: *Школа по теоретической и морской паразитологии. VIII Всероссийской конференции с международным участием (Севастополь, 12–16 сентября 2022 года)*. Севастополь: Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», 2022. С. 29.

Vinogradova AA, Prochorova EE. Species Identification of Trematodes from Notocotylidae Family Infesting Ducks. In: *Proceedings of the VIII All-Russian Conference with International Participation “School on Theoretical and Marine Parasitology”* (Sevastopol, September 12–16, 2022). Sevastopol: Federal Research Center “Institute of Southern Sea Biology of the Russian Academy of Sciences named after A. O. Kovalevsky”; 2022. P. 29. (In Russ.)

23. Diaz JI, Gilardoni C, Lorenti E, Cremonte F. *Notocotylus Pprimulus* n. sp. (Trematoda: Notocotylidae) from the Crested Duck *Lophonetta specularioides* (Aves, Anatidae) from Patagonian Coast, Southwestern Atlantic Ocean. *Parasitology International*. 2020;74:101976. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2019.101976>

24. Mir MR, Shah GM, Jan U. Incidence and Epidemiology of *Notocotylus Attenuates* Diesing, 1839 in Mallard Ducks (*Anas platyrhynchos*) in Various Wetlands of Pampore, Kashmir, Jkut, India. *Sustainability and Biodiversity Conservation*. 2022;1(1):84–88. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7135072>

25. Sasaki M, Kobayashi M, Yoshino T, Asakawa M, Nakao M. *Notocotylus Ikutai* n. sp. (Digenea: Notocotylidae) from Lymnaeid Snails and Anatid Birds in Hokkaido, Japan. *Parasitology International*. 2021;83:102318. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2021.102318>

26. Клубуков А. С., Сивкова Т.Н. Паразитофауна полевок на территории вокруг пещеры Махневская Ледяная (Пермский край). *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2020;21:133–136. <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.133-136>

Klabukov AS, Sivkova TN. Parasites in Voles at the Territory around Mahnevskaya Ice Cave (Perm Region). *Russian Journal of Parasitology*. 2020;21:133–136. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/978-5-9902341-5-4.2020.21.133-136>

27. Graczyk TK, Shiff CJ. Experimental Infection of Domestic Ducks and Rodents by *Notocotylus Attenuatus* (Trematoda: Notocotylidae). *Journal of Wildlife Diseases*. 1993;29(3):434–439. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-29.3.434>

Об авторах:

Татьяна Николаевна Сивкова, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры инфекционных болезней Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова (614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), tatiana-sivkova@yandex.ru

Локтева Дарья Александровна, аспирант кафедры инфекционных болезней Пермского аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова (614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), lokteva.dascha@yandex.ru

Хазова Маргарита Валерьевна, аспирант кафедры инфекционных болезней Пермского аграрно-технологического университета имени академика Д.Н. Прянишникова (614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23), [SPIN-код](#), [ORCID](#), margaritka92@bk.ru

Заявленный вклад авторов:

Т.Н. Сивкова: научное руководство, разработка концепции, копрологические исследования, подготовка статьи.

Д.А. Локтева: исследования моллюсков, подготовка статьи.

М.В. Хазова: исследование птиц.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Tatiana N. Sivkova, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Department of Infectious Diseases, Perm State Agro-Technological University (23, Petropavlovskaya Str., Perm, 614990, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), tatiana-sivkova@yandex.ru

Darya A. Lokteva, Postgraduate Student of the Department of Infectious Diseases, Perm State Agro-Technological University (23, Petropavlovskaya Str., Perm, 614990, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), lokteva.dascha@yandex.ru

Margarita V. Khazova, Postgraduate Student of the Department of Infectious Diseases, Perm State Agro-Technological University (23, Petropavlovskaya Str., Perm, 614990, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), margaritka92@bk.ru

Claimed Contributorship:

TN Sivkova: scientific supervision, development of the concept, coprological research, preparing the article.

DA Lokteva: research in the molluscs, preparing the article.

MV Khazova: research in birds.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 25.01.2026

Поступила после рецензирования / Reviewed 20.02.2026

Принята к публикации / Accepted 23.02.2026

ПАЗАРИТОЛОГИЯ

PARASITOLOGY



УДК 619:616.995.122

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-17-25>

Обзор научной литературы

Малый прудовик (*Lymnaea truncatula*) и его роль в распространении трематодозов. Ситуация в Калужской области. Обзор научной литературы

Я.С. Морозов  , А.М. Никанорова 

Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского, г. Калуга, Российская Федерация

✉ 13579adh@mail.ru

EDN: ASCIVC

Аннотация

Введение. Малый прудовик (*Lymnaea truncatula*) выступает не только как биологический переносчик отдельных видов гельминтов, но и как универсальный промежуточный хозяин, обеспечивающий циркуляцию широкого спектра трематод. Большое число этих паразитов характеризуется выраженной эпизоотологической и эпидемиологической значимостью, представляя угрозу для здоровья человека и сельскохозяйственных животных. Цель обзора — обобщить имеющиеся данные экологии, паразитологии, ветеринарии и эпидемиологии, касающиеся *L. truncatula* и его роли в распространении трематодозов, в частности, в условиях Калужской области.

Материалы и методы. Использованы базы данных Google Scholar, PubMed, Web of Science, CyberLeninka, РИНЦ и др. Отбор публикаций на русском и английском языках проводился за период 2010–2023 гг. по ключевым словам: *L. truncatula*, трематодозы, фасциолез, дикроцелиоз, Калужская область. Исключены статьи без рецензирования и данные без статистической проверки. Результаты отбора оформлены в виде блок-схемы PRISMA.

Результаты исследования. Установлено, что малый прудовик играет ключевую роль в передаче фасциолеза, а также потенциально вовлечён в циркуляцию других трематодозов. Основными факторами передачи инвазии являются гидротермический режим, высокая влагоемкость почв, интенсивность выпаса скота и состояние мелиоративных систем. В Калужской области плотность популяций моллюска в пойменных биотопах достигает 60–70 экз./м², а уровень их зараженности — 23 %, что создает устойчивые очаги инвазии. Периоды наибольшей эпизоотической опасности — июнь–сентябрь. Эффективный контроль и профилактика трематодозов в регионе требует интегрированного подхода, сочетающего мелиоративные мероприятия, применение моллюскоцидов и современных систем мониторинга, а также системного взаимодействия специалистов ветеринарных служб, аграрных предприятий и научных учреждений.

Обсуждение и заключение. При интерпретации результатов настоящего обзора необходимо учитывать ряд ограничений, характерных для работ данного типа: риск необъективной оценки исследований, связанный с тем, что в анализируемых базах данных преобладают публикации с положительными или статистически значимыми результатами; неоднородность включенных исследований, затрудняющих прямое сопоставление данных; географическую и временную ограниченность данных по региону и др. Перспективными направлениями для дальнейших исследований являются: изучение влияния микробиома моллюсков на их устойчивость к заражению; оценка эффективности новых биологических методов контроля; исследование влияния климатических изменений на паразитарные системы. Полученные данные позволят разработать научно обоснованную систему контроля трематодозов, адаптированную к условиям Калужской области.

Ключевые слова: обзор научной литературы, малый прудовик, *Lymnaea truncatula*, трематодозы, фасциолез, дикроцелиоз, Калужская область, промежуточные хозяева, эпизоотологический мониторинг, меры борьбы

Для цитирования. Морозов Я.С., Никанорова А.М. Малый прудовик (*Lymnaea truncatula*) и его роль в распространении трематодозов. Ситуация в Калужской области. Обзор научной литературы. *Ветеринарная патология*. 2026;25(1):17–25. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-17-25>

The Small Pond Snail (*Lymnaea truncatula*) and Its Role in Spreading Trematodiasis. The Situation in the Kaluga Region: Literature Review

Yaroslav S. Morozov  , Anna M. Nikanorova 

Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga, Russian Federation

 13579adh@mail.ru

Abstract

Introduction. The small pond snail (*Lymnaea truncatula*) acts not only as a vector for certain species of helminths but also as a universal intermediate host ensuring the circulation of a wide range of trematodes. The increased number of these parasites is a matter of significant epizootological and epidemiological concern as they are posing a threat to the health of humans and farm animals. The aim of the present review is to summarize the available ecology, parasitology, veterinary and epidemiology science data regarding *L. truncatula* and its role in spreading the trematodiasis, particularly in the Kaluga Region.

Materials and Methods. The following science citation databases were used: Google Scholar, PubMed, Web of Science, CyberLeninka, Russian Index of Science Citation (RISC/РИИЦ), and others. The publications in Russian and English of the period of 2010–2023 were selected by the keywords: *L. truncatula*, trematodiasis, fascioliasis, dicrocoeliasis, Kaluga Region. Articles that were not peer-reviewed and data without statistical verification were excluded. The results were presented in a PRISMA flow chart.

Results. It has been established that the small pond snail plays a key role in the transmission of fascioliasis and is also potentially involved in the spread of other trematodiasis. The main factors affecting spreading the infestation include hydrothermal conditions, high soil water capacity, livestock grazing intensity, and the state of melioration system. In the Kaluga Region, the mollusk population density in floodplain biotopes reaches 60–70 specimens/m², and the infestation rate reaches 23%, which creates the stable foci of infestation. The periods of greatest epizootic danger last from June to September. For the efficient control and prevention of trematodiasis in the region, a comprehensive approach is required, which combines reclamation works, the use of molluscicides, and modern monitoring systems, as well as systemic collaboration between the specialists of veterinary, agricultural and research institutions.

Discussion and Conclusion. When interpreting the results of the present review, it is necessary to remember the limitations typical for this type of research: the risk of biased evaluation of studies due to the predominance of the publications with positive or statistically significant results in the analysed citation databases; the heterogeneity of the included studies, which complicates direct data comparison; the geographical and temporal limitations of data by region, etc. The following areas of research can be of potential importance in the future: studying the influence of the mollusk microbiome on their resistance to infestation; evaluating the efficiency of new biological control methods; and studying the impact of climate changes on parasitic systems. The data obtained will enable the development of a scientifically based trematodiasis control system adapted to the Kaluga Region conditions.

Keywords: literature review, small pond snail, *Lymnaea truncatula*, trematodiasis, fascioliasis, dicrocoeliasis, Kaluga Region, intermediate hosts, epizootological monitoring, control measures

For Citation. Morozov YaS, Nikanorova AM. The Small Pond Snail (*Lymnaea truncatula*) and Its Role in Spreading Trematodiasis. The Situation in the Kaluga Region: Literature Review. *Russian Journal Veterinary Pathology*. 2026;25(1):17–25. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-17-25>

Введение. Малый прудовик (*Lymnaea truncatula*) принадлежит к типу Mollusca, классу Gastropoda, отряду Pulmonata, семейству Lymnaeidae [1]. Вид широко распространён в умеренной климатической зоне Евразии, преимущественно в заболоченных лугах, поймах рек, влажных оврагах и окраинах мелких водоёмов [2, 3]. Малый прудовик, как промежуточный хозяин трематод семейства Fasciolidae, представляет значительную проблему для ветеринарии и здравоохранения в регионах с развитым животноводством [4]. В частности, Калужская область, обладая благоприятными природно-кли-

матическими условиями для развития моллюсков, относится к территориям с устойчивыми очагами фасциолёза [5, 6]. По данным Управления ветеринарии Калужской области, трематодозы входят в число наиболее экономически значимых паразитозов крупного рогатого скота в регионе [7]. Необходимы постоянный мониторинг, таксономическое уточнение моллюсковой фауны, а также внедрение профилактических мер в зонах традиционного животноводства на пригородных, рекреационных и туристических территориях [2, 8].

В данном обзоре обобщены имеющиеся научные сведения об экологических аспектах биологии *L. truncatula*, функциях моллюска в качестве промежуточного хозяина, актуальных тенденциях в динамике заболеваемости фасциолёзом, современных подходах, направленных на контроль численности популяций промежуточных хозяев и снижение риска распространения трематодозов. Также обобщены современные представления о роли малого прудовика в распространении трематодозов сельскохозяйственных животных на примере Калужской области, причем отдельное внимание уделено выявлению комплекса факторов, определяющих формирование и сохранение устойчивых очагов инвазии в пределах региона.

Материалы и методы. Поиск литературы осуществлялся в следующих базах данных: Google Scholar, PubMed, Web of Science, MedLine, The Cochrane Library, EMBASE, Global.health, CyberLeninka, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). В поиск включались только источники на русском и английском языках, опубликованные в период 2010–2023 гг. Использовались следующие ключевые слова и их комбинации: *Lymnaea truncatula*, трематодозы, фасциолёз, дикроцелиоз, Калужская область.

Критериями включения публикаций в обзор являлись: наличие оригинальных данных, соответствие тематике исследования, рецензируемый характер изда-

ния. Исключению подлежали статьи без рецензирования, работы, не содержащие статистической обработки данных, а также публикации, не имеющие прямого отношения к исследуемому виду (промежуточному хозяину *L. truncatula*).

Процесс отбора источников документирован в соответствии с рекомендациями PRISMA. На первом этапе проводился анализ заголовков и аннотаций, на втором — изучение полных текстов потенциально подходящих публикаций. Результаты поиска и поэтапного исключения публикаций представлены на блок-схеме.

Результаты исследования. В результате поиска, проведенного в базах данных, было выявлено 146 публикаций. Дополнительно 3 источника были обнаружены при ручном поиске (монографии, методические пособия). После удаления 28 дублирующих записей общее число публикаций для анализа составило 121. Далее в ходе проверки заголовков и аннотаций было исключено 74 публикации, не соответствующих тематике. Потенциально подходящие полные тексты (n=44) были изучены экспертами. После данного этапа еще 8 публикаций были исключены (в связи с низким качеством статистической обработки или недоступностью полного текста). В результате 36 максимально релевантных тематике статей были окончательно отобраны для включения в обзор. Краткое изложение процесса проверки показано на блок-схеме PRISMA (рис. 1).

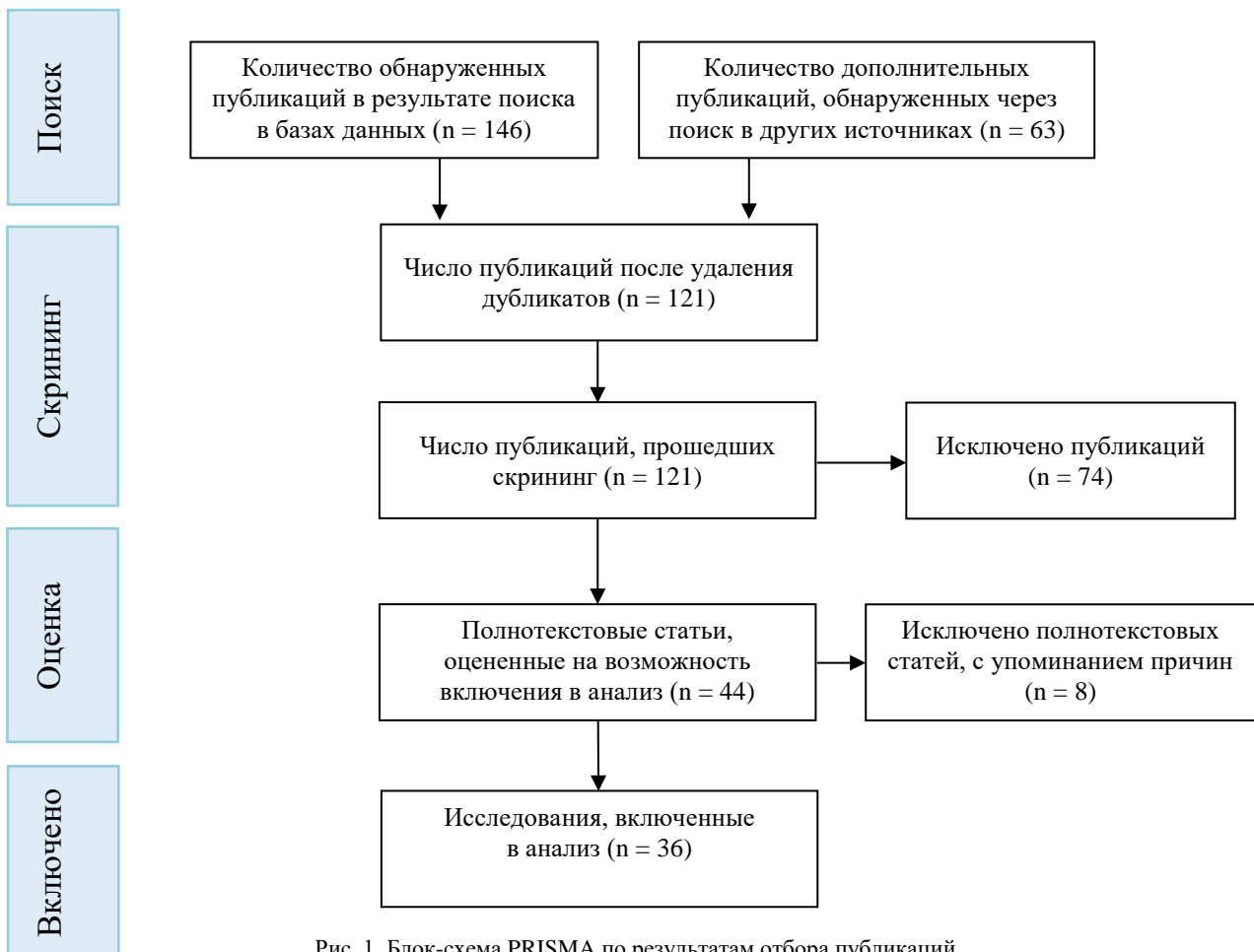


Рис. 1. Блок-схема PRISMA по результатам отбора публикаций

Биология и экология *L. truncatula*. Малый прудовик населяет временные водоёмы, каналы, заболоченные луга, где активно размножается весной и в первой половине лета. Это эвритермный вид, способный адаптироваться к широкому диапазону гидротермических условий, включая зоны умеренного и суббореального климата. Максимальная численность моллюсков наблюдается в августе — до 68 экз./м². Цикл развития *Fasciola hepatica* требует промежуточного хозяина, в теле которого формируются редии и церкарии. При температуре 15–25 °С развитие завершается за 5–7 недель [4]. Церкарии покидают моллюска и инцистируются на растениях в форме адолескариев, которые представляют непосредственную угрозу для сельскохозяйственных животных при поедании травы.

Молекулярно-генетические методы позволяют обнаруживать скрытое генетическое разнообразие моллюсков, то есть различать формы, которые внешне выглядят одинаково, но могут по-разному участвовать в передаче паразитов [4].

Наибольшая инвазионная опасность от малого прудовика приходится на период с июля по сентябрь, особенно на пастбищах с влажной почвой и канавами. Сезонные колебания численности зависят от гидротермических условий, конкуренции с другими видами и плотности скота. Использование нормализованного относительного индекса растительности (NDVI), а также данных по влажности и температуре позволяет строить точные карты риска [4].

Природно-климатические условия Калужской области, способствующие распространению и численности *L. truncatula*. Калужская область представляет собой уникальный регион для изучения экологии *L. truncatula* благодаря сочетанию благоприятных природно-климатических условий [6]. Проведенный анализ позволяет выделить несколько ключевых аспектов, определяющих распространение и численность данного вида моллюсков в регионе.

Регион характеризуется умеренно-континентальным климатом с четко выраженной сезонностью. Среднегодовое количество осадков составляет 550–650 мм, причем около 70 % выпадает в весенне-летний период, создавая оптимальные условия для развития моллюсков. Температурный режим также благоприятствует их существованию: средняя температура июля составляет +18 °С; января — около –10 °С. Особенно важным фактором является продолжительность безморозного периода (около 140–150 дней), что позволяет завершать полный цикл развития как моллюсков, так и связанных с ними трематод [3, 6].

Гидрологическая сеть региона включает крупные водные артерии, такие как Ока, Угра и Жиздра. Реки с их многочисленными притоками образуют обширные пойменные комплексы — идеальные места обитания

L. truncatula [6, 9]. Особое значение имеют многочисленные временные водоёмы, сохраняющие воду в течение всего вегетационного периода моллюсков. По данным гидробиологических исследований, именно такие временные водоёмы демонстрируют наибольшую плотность популяций моллюсков [2, 10].

Преобладание дерново-подзолистых и аллювиальных почв в регионе создает оптимальные условия для существования моллюсков. Эти почвы характеризуются:

- высокой влагоемкостью;
- обильным содержанием органического вещества;
- нейтральной или слабокислой реакцией среды;
- развитой капиллярной системой, поддерживающей необходимый уровень увлажнения даже при кратковременном пересыхании водоёмов [5, 6].

Основные биотопы *L. truncatula* в Калужской области включают пойменные луга, мелиоративные каналы и временные водоёмы на пастбищах [6]. Плотность популяций достигает 60–70 экз./м². Временные водоёмы играют ключевую роль в поддержании очагов трематодозов благодаря:

- быстрому прогреванию воды;
- обилию растительности;
- регулярному поступлению яиц трематод с фекалиями животных;
- отсутствию рыб-планктофагов [4, 10].

Калужская область относится к промышленно развитым регионам, однако значительное внимание уделяется развитию экотуризма. В регионе действуют особо охраняемые природные территории, такие как национальный парк «Угра», заповедник «Калужские засеки», частные экофермы «Джерси» и «Хеппи Фарм». Они способствуют сохранению природных экосистем и биотопов, в которых, в частности, обитает малый прудовик — важный промежуточный хозяин трематод [4].

Сезонная динамика численности малого прудовика в регионе имеет четко выраженный двухвершинный характер с максимумами в конце весны (май-июнь) и в конце лета (август-сентябрь). Минимальные значения отмечаются в октябре, перед уходом моллюсков на зимовку [3, 7].

Фасциолёз и его возбудитель. Фасциолёз — гельминтоз, вызываемый печёночной двуусткой *Fasciola hepatica*, поражающий домашних и диких жвачных, а также человека. *L. truncatula* является основным и обязательным первым промежуточным хозяином паразита. Жизненный цикл включает: яйцо → мирацидий → спороциста → редия → церкарий → адолескарий. Заражение происходит при проглатывании адолескариев с загрязнённой растительностью или водой [11].

Экономический ущерб от фасциолёза значителен: число инвазированных людей и животных оценивается в миллионы случаев ежегодно [9]. Расширение ареала *L. truncatula* под влиянием климатических изменений увеличивает риск появления новых очагов инвазии [12, 13].

Особенно уязвимы регионы с пастбищным животноводством, где отсутствует системный мониторинг промежуточных хозяев.

У человека фасциолёз проявляется лихорадкой, болью в правом подреберье, эозинофилией, увеличением печени. У сельскохозяйственных животных — анемией, снижением продуктивности, кахексией, поражением печени и жёлчных протоков [4].

Другие трематодозы, ассоциированные с *L. truncatula*. Дикроцелиоз — возбудитель *Dicrocoelium dendriticum* паразитирует в печени травоядных животных. Первыми хозяевами выступают наземные моллюски рода *Zebrina*, *L. truncatula*. Передача осуществляется через заражённых муравьёв (второй промежуточный хозяин), проглатываемых животными. Паразит вызывает хронические поражения печени, фиброз желчных протоков, снижение продуктивности у рогатого скота [11].

Описторхоз вызывается *Opisthorchis felineus*. Основными промежуточными хозяевами являются моллюски рода *Bithynia*. Однако, как отмечено М.В. Винарским, в некоторых случаях, например при нарушении экологического баланса, возможно участие *L. truncatula* как транзитного или атипичного промежуточного звена [2, 6]. Такие ситуации зафиксированы в бассейнах рек с высокой плотностью водной биомассы и интродукцией новых видов [10]. Заражение животных происходит через употребление в пищу сырой или плохо обработанной рыбы, содержащей метатеркарии. Вызывает гепатобилиарные расстройства, риск холангита и даже холангиокарциномы [11].

Фасциолёз, вызываемый *Fasciola gigantica* — гигантской фасциолой, распространённой в южных регионах, но с учётом глобального потепления возможна северная экспансия. *L. truncatula* может временно замещать местные виды *Lymnaea auricularia* или *Radix spp.*, особенно в гибридных зонах ареала [9].

Эхиностоматидоз (возбудитель *Echinostoma revolutum*) возможен в экспериментальных условиях у *L. truncatula*. Заражение происходит при заглатывании церкарий. У человека и птиц вызывает воспаление кишечника, боли, лихорадку, диарею [11].

Полиинвазии — сочетание *F. hepatica* с *Paramphistomum cervi* или другими трематодами — возможны у моллюсков в водоёмах с высокой плотностью фекального загрязнения и температурным фактором выше 20 °С. Такие полиинвазии увеличивают тяжесть паразитарной нагрузки у жвачных животных [10].

Экзотический вид *Schistosoma mansoni* как биомедицинская угроза пока не передаётся *L. truncatula*, однако в условиях искусственной интродукции и глобального изменения климата возможно участие данного моллюска в атипичных циклах в лабораторных условиях. Это подчёркивает потенциальную опасность

его распространения и в других эпидемиологических цепочках [13].

Среди всех трематодозов наиболее значимым остаётся фасциолёз, но расширение ареала, гибридизация трематод, глобальное потепление и изменение хозяйственного уклада создают условия для вовлечения прудовика в новые паразитарные системы [4].

Актуальной проблемой остается наблюдаемая в последние годы тенденция к:

- расширению спектра трематод, использующих *L. truncatula*;

- повышению уровня зараженности моллюсков;
- появлению новых очагов инвазии.

Эти изменения могут быть связаны с климатическими изменениями, антропогенной трансформацией ландшафтов, интенсификацией животноводства, а также изменением системы выпаса скота [13, 14].

Факторы передачи трематодозов. Факторы, определяющие интенсивность передачи трематодозов в Калужской области, можно разделить на три группы:

1. Природные факторы:

- гидротермический режим: оптимальная температура воды (15–25 °С), достаточное количество осадков, продолжительность вегетационного периода [3, 6];

- характеристики водоемов: глубина (предпочтительны мелководные участки), скорость течения (стоячие или слабопроточные воды), высокая степень зарастания растительностью [10];

- почвенные условия: механический состав, влагоемкость, содержание органического вещества [5, 6].

2. Антропогенные факторы:

- характер землепользования: интенсивность выпаса скота (критический порог — 2,5 голов/га), чередование пастбищных участков, наличие водоемов [4, 5];

- состояние мелиоративных систем: степень заболоченности, качество дренажа, регулярность очистки канав [9, 10];

- хозяйственная деятельность: применение удобрений, использование пестицидов, сенокошение [15].

3. Климатические изменения:

- повышение температуры: увеличение продолжительности периода активности моллюсков, ускорение развития трематод, расширение ареала *L. truncatula* [12, 13];

- изменение режима осадков: увеличение количества временных водоемов, изменение гидрологического режима, перераспределение популяций моллюсков [12, 13];

- экстремальные явления: засухи, наводнения, аномально теплые зимы [12, 13].

Анализ выявил зависимость между степенью антропогенной нагрузки на водоемы, уровнем зараженности моллюсков и интенсивностью передачи трематодозов.

Контроль численности и профилактика трематодозов. Для снижения заболеваемости человека и животных трематодозами необходимо контролировать численность *L. truncatula* на пастбищах, используя моллюскоциды (на основе никлозамида) в периоды наибольшей активности моллюсков (конец мая — начало августа) [9, 16]. Биологические методы, включая интродукцию хищных водных насекомых (*Hydrophilidae*, *Dytiscidae*), применяются для ограничения численности малого прудовика и рассматриваются в международной практике [17]. Рекомендуется проведение санитарного обследования территорий, особенно вблизи водоёмов, с целью реализации комплекса мер по контролю промежуточных хозяев [9].

Одним из первоочередных направлений профилактики является контроль численности популяций *L. truncatula* в природных и антропогенных биотопах. Особенно это касается пойменных пастбищ и временных водоёмов, где условия оптимальны для моллюска и, соответственно, для передачи инвазии. Важно учитывать погодные и климатические условия, поскольку высокая влажность и тёплая температура стимулируют размножение прудовика и ускоряют развитие паразитов [10]. Система контроля представляет собой сложный процесс, включающий как биологические, так и санитарно-хозяйственные мероприятия. На основании анализа эффективности различных методов можно выделить основные направления контроля численности *L. truncatula* и профилактики связанных с ним трематодозов в Калужской области:

– практика мелиорации пастбищ: осушение временных водоёмов, известкование почв, глубокая перепашка заболоченных участков, уничтожение водной растительности и зарастаний — всё это приводит к снижению численности промежуточного хозяина [9];

– для локальных природных очагов, где невозможны крупные мелиоративные работы (например, в заповедниках или экотуристических зонах), может использоваться биологический метод: выпуск моллюскоядных рыб (*Misgurnus fossilis*, *Tinca tinca*) и птиц, способных регулировать численность *L. truncatula* [17];

– дегельминтизация скота с применением фасциолицидов (альбендазол, триклобендазол, оксиклозанид и др.): периодичность обработки зависит от эпизоотической ситуации и фаз эпидемического сезона. Наиболее эффективно проведение обработки ранней весной (до выхода скота на пастбище) и поздней осенью (после стойлового содержания) [16, 18]. Применение моллюскоцидов, несмотря на эффективность, требует учёта влияния на баланс водных экосистем [1, 17, 18];

– интегрированный подход, объединяющий: экологически безопасные методы регулирования численности [17]; современные технологии мониторинга (ГИС-технологии, ПЦР-диагностика) [8, 14, 19]; научно

обоснованное прогнозирование [14, 20]; адаптивное управление пастбищными угодьями [9].

Наиболее перспективным представляется интегрированный подход, позволяющий достичь устойчивого эффекта при минимальном воздействии на экосистемы и максимальной экономической эффективности [9, 17].

Ограничения исследования. При интерпретации результатов настоящего обзора необходимо учитывать ряд ограничений, характерных для работ данного типа. Во-первых, существует риск необъективной оценки исследований, связанный с тем, что в анализируемых базах данных преобладают публикации с положительными или статистически значимыми результатами. Исследования, не выявившие связи между *L. truncatula* и распространением трематодозов или показавшие отрицательные результаты, могли быть не опубликованы, что потенциально искажает общую картину.

Во-вторых, гетерогенность (неоднородность) включенных исследований затрудняет прямое сопоставление данных: различия в методах сбора полевого материала, критериях диагностики зараженности моллюсков, сезонах проведения работ и статистической обработке могли повлиять на вариабельность представленных показателей (например, плотности популяций от 9 до 70 экз./м²).

В-третьих, географическая и временная ограниченность данных: значительная часть обнаруженных источников по Калужской области относится к периоду 2016–2022 гг., что может не в полной мере отражать современную эпизоотическую ситуацию, особенно в контексте быстрых климатических изменений последних лет. Кроме того, данные по ряду биотопов региона представлены фрагментарно или отсутствуют.

В-четвертых, сохраняется неопределенность в таксономической идентификации моллюсков в более ранних работах. До широкого внедрения молекулярно-генетических методов идентификация *L. truncatula* проводилась исключительно по морфологическим признакам, что могло приводить к ошибочному отнесению близкородственных видов к данному таксону и, как следствие, к неточности в оценке его фактической роли в передаче инвазий [10, 14].

Наконец, языковые ограничения (включение только русско- и англоязычных публикаций) могли привести к исключению релевантных исследований, опубликованных на других языках.

Учет перечисленных ограничений позволяет более взвешенно подходить к интерпретации выводов и определять направления для дальнейших исследований.

Обсуждение и заключение. По результатам проведенного обзора научной литературы можно сделать следующие выводы:

1. Малый прудовик *L. truncatula* играет ключевую роль в передаче нескольких видов трематод, прежде всего *Fasciola hepatica*.

2. Калужская область обладает уникальным сочетанием природно-климатических условий, способствующих развитию устойчивых популяций *L. truncatula*. Благоприятными факторами являются умеренно-континентальный климат, развитая гидрографическая сеть и преобладание дерново-подзолистых почв [5, 6].

3. Уровень зараженности моллюсков трематодами в различных биотопах региона достигает 23 %, что создает постоянную угрозу возникновения очагов инвазии [6, 10]. Формирование очагов трематодозов обусловлено комплексом взаимосвязанных природных и антропогенных факторов, включая гидротермический режим, интенсивность выпаса скота и состояние мелиоративных систем [5, 7, 9].

4. Экологическое состояние Калужской области осложняется антропогенной нагрузкой: загрязнение воздуха и водоёмов, накопление отходов и эрозия почвенного покрова [6, 15]. Эти факторы влияют на устойчивость водно-болотных экосистем, которые являются местом обитания моллюсков — промежуточных хозяев паразитов [10, 19].

5. Наиболее эффективной стратегией контроля численности популяции моллюска является интегриро-

ванный подход, сочетающий мелиоративные мероприятия, применение моллюскоцидов, биологические методы и современные системы мониторинга [9, 17, 18].

6. Профилактика должна быть адаптивной, учитывающей природные и климатические колебания, а также особенности конкретных ландшафтных участков [7, 12, 13, 20, 21]. Эффективная борьба с природно-очаговыми трематодозами невозможна без системного взаимодействия между специалистами ветеринарных служб, аграрных предприятий, органов охраны окружающей среды и научных учреждений [5, 6, 9, 22–24].

Перспективными направлениями для дальнейших исследований являются:

- изучение влияния микробиома моллюсков на их устойчивость к заражению;

- оценка эффективности новых биологических методов контроля;

- исследование влияния климатических изменений на паразитарные системы.

Реализация этих направлений позволит разработать научно обоснованную систему контроля трематодозов, адаптированную к условиям Калужской области и учитывающую современные экологические изменения.

Список литературы/References

1. Кантор Ю.И., Сысоев А.В. *Морские и солоноватоводные брюхоногие моллюски России и сопредельных стран: иллюстрированный каталог*. Москва: КМК; 2006. 372 с.

Kantor YuI, Sysyoyev AV. *Marine and Brackish-Water Gastropods of Russia and Adjacent Countries: Illustrated Catalogue*. Moscow: KMK; 2006. 372 p. (In Russ.)

2. Прозорова Л.А., Винарский М.В. Аннотированный список пресноводных моллюсков России и сопредельных территорий. *Ruthenica*. 2016;26(1):1–56.

Prozorova LA, Vinarski MV. Annotated List of Freshwater Mollusks of Russia and Adjacent Territories. *Ruthenica*. 2016;26(1):1–56. (In Russ.)

3. Манаков Д.В., Винарский М.В. Экологическая физиология пресноводных брюхоногих моллюсков: обзор. *Русский гидробиологический журнал*. 2015;47(3):45–60.

Manakov DV, Vinarski MV. Ecological Physiology of Freshwater Gastropods: A Review. *Hydrobiological Journal*. 2015;47(3):45–60. (In Russ.)

4. Alba A, Vazquez AA, Hurtrez-Boussès S. Towards the Comprehension of Fasciolosis (Re-) Emergence: An Integrative Overview. *Parasitology*. 2021;148(4):385–407. <https://doi.org/10.1017/s0031182020002255>

5. Сафиуллин А.М., Устинов А.М., Мукасеев С.В. Распространение фасциолёза крупного рогатого скота в Российской Федерации и Калужской области. *Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями*. 2010;16(1):422–425.

Safiullin AM, Ustinov AM, Mukaseev SV. Prevalence of Fasciola hepatica of cattle in the Russian Federation and in the Kaluga Region. *Theory and Practice of Parasitic Disease Control*. 2010;16(1):422–425. (In Russ.)

6. Винарский М.В., Кантор Ю.И. Моллюски России и сопредельных стран: разнообразие и распространение. *Биологические коммуникации*. 2016;61(2):99–120.

Vinarski MV, Kantor YuI. Mollusks of Russia and Adjacent Countries: Diversity and Distribution. *Biological Communications*. 2016;61(2):99–120. (In Russ.)

7. Устинов А. М., Сафиуллин Р. Т., Сафиуллин Р. Р. Методические положения по борьбе с фасциолёзом крупного рогатого скота в хозяйствах Калужской области. *Российский паразитологический журнал*. 2018;12(2):108–116. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-2-108-116>

Ustinov AM, Safiullin RT, Safiullin RR. Methodical Guidelines on the Control of Fasciolosis in Cattle in the Kaluga Region. *Russian Journal of Parasitology*. 2018;12(2):108–116. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2018-12-2-108-116> (In Russ.)

8. Beesley NJ, Caminade C, Charlier J, Flynn RJ, Hodgkinson JE, Martinez-Moreno A, et al. Fasciola and Fasciolosis in Ruminants in Europe: Identifying Research Needs. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2018;65(Suppl 1):199–216. <https://doi.org/10.1111/tbed.12682>
9. WHO, CABI. *Fasciolosis: Epidemiology, Diagnosis, and Control*. Wallingford: CABI Publishing; 2021. 240 p.
10. Скрябин К.И. *Трематоды животных и человека. Основы трематодологии*. Москва: Наука; 1951. 600 с.
11. Skryabin KI. Trematodes of Animals and Humans. *Fundamentals of Trematodology*. Moscow: Nauka; 1951. 600 p.
11. Mas-Coma S, Valero MA, Bargues MD. Fascioliasis. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2019;1154:71–103. http://doi.org/10.1007/978-3-030-18616-6_4
12. Short EE, Caminade C, Thomas BN. Climate Change Contribution to the Emergence or Re-Emergence of Parasitic Diseases. *Infect. Dis. (Auckl)*. 2017;25(10):1178633617732296. <http://doi.org/10.1177/1178633617732296>
13. Garcia-Corredor D, Alvarado M, Pulido-Medellín M, Muñoz M, Cruz-Saavedra L, Hernández C, et al. Molecular Characterization of *Fasciola Hepatica* in Endemic Regions of Colombia. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023;10:1171147. <http://doi.org/10.3389/fvets.2023.1171147>
14. Кантор Ю.И., Сысоев А.В. *Каталог моллюсков России и сопредельных стран*. Москва: КМК; 2005. 527 с.
14. Kantor YuI, Sysoev AV. Catalogue of Mollusks of Russia and Adjacent Countries. Moscow: KMK; 2005. 527 p. (In Russ.)
15. Sabourin E, Alda P, Vázquez A, Hurtrez-Boussès S, Vittecoq M. Impact of Human Activities on Fasciolosis Transmission. *Trends in Parasitology*. 2018;34(10):891–903. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2018.08.004>
16. Caminade C, van Dijk J, Baylis M, Williams D. Modelling Recent and Future Climatic Suitability for Fasciolosis in Europe. *Geospatial Health*. 2015;9(2):301–308. <http://doi.org/10.4081/gh.2015.352>
17. Azmi WA, Khoo SC, Ng LC, Baharuddin N, Aziz AA, Ma NL. The Current Trend In Biological Control Approaches in the Mitigation of Golden Apple Snail Pomacea Spp. *Biological Control*. 2022;175:105060. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105060>
18. Fairweather I, Brennan GP, Hanna REB, Robinson MW, Skuce PJ. Drug Resistance in Liver Flukes. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. 2020;12:39–59. <https://doi.org/10.1016/j.ijppdr.2019.11.003>
19. Cuervo PF, Mera y Sierra R, Artigas P, Fantozzi MC, Bargues MD, Mas-Coma S. Impact of Climate Change on the Spread of Fascioliasis into the Extreme South of South America. *PLOS Neglected Tropical Diseases*. 2025;19(8):e0013433. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0013433>
20. Nukeri S, Malatji MP, Sithole MI, Ngcamphalala PI, Nyagura I, Tembe D, et al. Infection Rates of *Fasciola Spp.* in Cattle Slaughtered at 13 Abattoirs in Six of Nine Provinces of South Africa. *Food and Waterborne Parasitology*. 2025;39:e00260. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2025.e00260>
21. Постевой А.Н., Горохов В.В., Андреев О.Н. Некоторые аспекты эпизоотологии фасциолеза жвачных животных Центральной России. *Актуальные вопросы ветеринарной биологии*. 2016;(2(30)):22–25.
21. Postevoy AN, Gorohov VV, Andreyanov ON. Some Aspects of the Epizootology of Fasciolosis in Ruminant Animals of Central Russia. *Actual Questions of Veterinary Biology*. 2016;(2(30)):22–25. (In Russ.)
22. Flores-Velázquez LM, Ruiz-Campillo MT, Herrera-Torres G, Martínez-Moreno Á, Martínez-Moreno FJ, Zafra R, et al. Fasciolosis: Pathogenesis, Host-Parasite Interactions, and Implication in Vaccine Development. *Frontiers in Veterinary Science*. 2023;10:1270064. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1270064>
23. Howell AK, Williams DJL. The Epidemiology and Control of Liver Flukes in Cattle and Sheep. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2020;36(1):109–123. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.002>
24. Torgerson PR, Devleeschauwer B, Praet N, Speybroeck N, Willingham AL, Kasuga Fumiko, et al. World Health Organization Estimates of the Global and Regional Disease Burden of 11 Foodborne Parasitic Diseases, 2010: A Data Synthesis. *PLoS Medicine*. 2015;12(12):e1001920. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001920>

Об авторах:

Ярослав Станиславович Морозов, ветеринарный врач, аспирант института естествознания, кафедры биологии и экологии Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского (248023, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Степана Разина, д. 26), [SPIN-код](#), [ORCID](#), 13579adh@mail.ru

Анна Михайловна Никанорова, доктор ветеринарных наук, профессор кафедры биологии и экологии Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского (248023, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Степана Разина, д. 26.), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), annushkanikanorova@gmail.com

Заявленный вклад авторов:

Я.С. Морозов: проведение исследования, разработка концепции, разработка методологии, написание черновика рукописи.

А.М. Никанорова: научное руководство, редактирование рукописи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Yaroslav S. Morozov, Veterinarian, Postgraduate Student of the Department of Biology and Ecology, Institute of Natural Sciences, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky (26, Stepan Razin Str., Kaluga, 248023, Russian Federation), [ORCID](#), 13579adh@mail.ru

Anna M. Nikanorova, Dr.Sci. (Biology), Professor of the Department of Biology and Ecology, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky (26, Stepan Razin Str., Kaluga, 248023, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), annushkanikanorova@gmail.com

Claimed Contributorship:

YS Morozov: conducting the research, developing research concept and methodology, writing a draft of the manuscript.

AM Nikanorova: scientific supervision, manuscript editing.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 11.02.2026

Поступила после рецензирования / Reviewed 06.03.2026

Принята к публикации / Accepted 10.03.2026

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY




УДК 619 (004.891.3)

Оригинальное теоретическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-26-33>


EDN: GHJLEA

Создание интеллектуальной системы диагностирования ацидоза рубца у коров. Часть 2: Компьютерная реализация

В.В. Побединский¹ , А.А. Побединский²  , Г.А. Иовлев¹ ¹ Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация² Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Российская Федерация vm993711@mail.ru

Аннотация

Введение. В первой части работы обоснована актуальность совершенствования методов диагностирования ацидоза рубца у коров на базе интеллектуальных систем и предложено использовать в качестве инструментария такой системы теорию нечетких множеств. Была разработана структура интеллектуальной системы иерархического типа и выполнена формализация задач. На втором этапе исследований выполнена компьютерная реализация интеллектуальной нечеткой системы на нечеткой логике диагностирования ацидоза в среде Xcos приложения Scilab, а для практического применения — разработана компьютерная программа в среде Scilab+Scinotes.

Материалы и методы. Исследование проведено в Уральском государственном аграрном университете и Государственном аграрном университете Северного Зауралья в период с 2022 по 2025 гг. Используются методы интеллектуальных систем, теории нечетких множеств, нечеткой логики, нечеткий вывод выполнен методом Мамдани. Программная реализация модели оценки патологии рубца в обобщенной интеллектуальной системе выполнена средствами Xcos приложения Scilab. Компьютерная реализация интеллектуальной системы выполнена в среде Scilab+Scinotes.

Результаты исследования. Созданы базы продукционных правил для задачи интеллектуальной системы иерархического типа, включающие различные сочетания диагностических параметров и соответствующие им степени патологии ацидоза рубца. Проведен синтез нечетких систем в среде SciFLT приложения Scilab. Разработана обобщенная модель интеллектуальной системы диагностирования ацидоза рубца у коров в среде Xcos приложения Scilab. Выполнена компьютерная реализация интеллектуальной системы диагностирования в программах Scilab и Scinotes.

Обсуждение и заключение. Предложенная авторами модель интеллектуальной системы обладает новизной и может быть рекомендована для практического использования в советующих экспертных системах, для автоматизации рабочего места врача-ветеринара, в современных технологиях ветеринарной телемедицины.

Ключевые слова: ацидоз рубца у коров, патология ацидоза рубца, диагностирование, интеллектуальная система диагностирования, теория нечетких множеств, компьютерная реализация

Для цитирования. Побединский В.В., Побединский А.А., Иовлев Г.А. Создание интеллектуальной системы диагностирования ацидоза рубца у коров. Часть 2: Компьютерная реализация. *Ветеринарная патология.* 2026;25(1):26–33. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-26-33>

Development of an Intelligent System for Diagnosing Rumen Acidosis in Cows. Part 2: Computer Implementation

Vladimir V. Pobedinskiy¹ , Andrey A. Pobedinskiy² ✉, Grigory A. Iovlev¹ 

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Tyumen State University, Tyumen, Russia

✉ vm993711@mail.ru

Abstract

Introduction. In the first part of the study, the relevance of improving the methods of rumen acidosis diagnostics in cows based on the intelligent systems was substantiated and the use of fuzzy set theory as a tool for such systems was proposed. The structure of the hierarchical-type intelligent system was developed, and formalization of the problem was completed. In the second part of the study, computer implementation of the fuzzy-logic-based intelligent system for diagnosing acidosis was completed using Xcos tool of Scilab software, and a computer application was developed in the Scilab+Scinotes environment as its practical implementation.

Materials and Methods. The study was conducted at Ural State Agrarian University and Northern Trans-Ural State Agricultural University from 2022 to 2025. The intelligent system techniques, fuzzy set theory and fuzzy logic methods, and Mamdani fuzzy inference system were used to conduct the study. A computer model for rumen pathology assessment was created based on the generalized smart system by means of Xcos tool of Scilab software. Computer implementation of the intelligent system was completed in the Scilab+Scinotes environment.

Results. For solving a problem of hierarchical-type intelligent system, the production rule bases, which included various combinations of diagnostic parameters and respective degrees of rumen acidosis pathology, were developed. Synthesis of fuzzy systems was performed using SciFLT tool of Scilab software. A generalized model of an intelligent system for diagnosing rumen acidosis in cows was developed using Xcos tool of Scilab software. Computer implementation of the intelligent diagnostic system was completed in Scilab software with embedded Scinotes text editor.

Discussion and Conclusion. The model of an intelligent system proposed by the authors is innovative and can be recommended for practical implementation into the expert advisory systems, for automation of veterinary workstations, and for using in modern veterinary telemedicine technologies.

Keywords: rumen acidosis in cows, rumen acidosis pathology, diagnostics, intelligent diagnostic system, fuzzy set theory, computer implementation

For Citation. Pobedinskiy VV, Pobedinskiy AA, Iovlev GA. Development of an Intelligent System for Diagnosing Rumen Acidosis in Cows. Part 2: Computer Implementation. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2026;25(1):26–33. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-26-33>

Введение. Обеспечение устойчивого развития животноводства является ключевой задачей государственной программы развития сельского хозяйства РФ [1]. При этом на правительственном уровне признается, что главной задачей отрасли на ближайшее будущее является ежегодный прирост поголовья КРС и снижение его падежа¹.

В структуре заболеваний КРС ацидоз рубца занимает одно из первых мест. Его называют «причиной всех проблем здоровья коров» [2] и «самой актуальной проблемой любого, и высокопродуктивного и обычного, стада» [3]. Все это говорит о необходимости совершенствования диагностирования ацидоза на любой стадии заболевания. С этой целью нами создана интеллектуальная система диагностирования ацидоза рубца у коров. На первом этапе работы [4] выполнена формализация задач на основе концепции

нечеткой логики: обоснован комплекс диагностических показателей для оценки степени патологии ацидоза; разработана структура интеллектуальной системы иерархического типа; формализована задача с использованием методов теории нечетких множеств. Цель второй части исследования — выполнить компьютерную реализацию формализованной ранее на основе нечеткой логики интеллектуальной системы оценки патологии ацидоза рубца у коров.

Для этого были определены следующие задачи:

- 1) разработка баз правил для задачи интеллектуальной системы иерархического типа;
- 2) выполнение синтеза нечетких систем в среде SciFLT приложения Scilab;
- 3) разработка обобщенной модели интеллектуальной системы диагностирования в среде Xcos приложения Scilab;

¹Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 8 сентября 2022 г. № 2567-р.

4) компьютерная реализация интеллектуальной системы диагностирования в программах Scilab и Scinotes.

Материалы и методы. Исследование проведено в Уральском государственном аграрном университете (г. Екатеринбург) и Государственном аграрном университете Северного Зауралья (г. Тюмень) в период с 2022 по 2025 гг. Используются методы ветеринарной медицины, интеллектуальных систем, теории нечетких множеств, нечеткой логики, метод Мамдани для нечёткого вывода. Синтез нечетких систем выполнен средствами Scilab+SciFLT (Scilab Consortium, Франция). Программная реализация модели оценки патологии рубца в обобщенной интеллектуальной системе выполнена средствами Xcos приложения Scilab. Компьютерная реализация интеллектуальной системы выполнена в среде Scilab+Scinotes.

Результаты исследования

1. Создание баз продукционных правил. Для создания баз принимаются различные сочетания диагностических параметров и соответствующая им степень патологии ацидоза. Степень патологии будет изменяться в пределах от «Перманентная» до «Острая», а лингвистическая переменная принимает значения от «Мин» (животное здорово) до «Мах» (острая стадия).

Следует определить достоверные зависимости степени заболевания от содержания *pH* и жирности молока, как это описывается по правилам теории нечетких множеств («Если $A=B$ и $C=D$ и ... то $m_i=n_j$ и ...»). При этом следует опираться на известные данные [5–22].

Сформированные базы правил нечеткой продукции для вывода функции $Y_{12} = f(pH, Ж)$, функции $Y_{34} = f(ЧП, ЧД)$ и результирующей функции степени патологии ацидоза $СПА = f(Y_{12}, Y_{34})$ приведены в таблицах 1–3.

Таблица 1

База правил для вывода функции $Y_{12} = f(pH, Ж)$

Значения лингвистической переменной « <i>pH</i> »	Значения выходных нечетких подмножеств « <i>pH</i> –жирность, Y_{12} » при изменении нечеткой функции «Жирность, $Ж$ »				
	Мин	М	Ср	В	Мах
Кн	Мах	Мах	В	Ср	М
Кср	Мах	В	Ср	М	М
Нейтраль	В	Ср	М	Мин	Мин
Шср	Ср	М	М	Мин	Мин
Шн	М	Мин	Мин	Мин	Мин

Таблица 2

База правил для вывода функции $Y_{34} = f(ЧП, ЧД)$

Значения лингвистической переменной «Частота пульса, $ЧП$ »	Значения выходных нечетких подмножеств «Дыхание–пульс, Y_{34} » при изменении нечеткой функции «Частота дыхания, $ЧД$ »				
	Мин	М	Ср	В	Мах
Мин	Мин	Мин	Мин	М	Ср
М	М	М	М	Ср	В
Ср	М	Ср	Ср	В	Мах
В	Ср	Ср	В	Мах	Мах
Мах	Ср	В	Мах	Мах	Мах

Таблица 3

База правил для вывода функции $СПА = f(Y_{12}, Y_{34}) = f(pH, Ж, ЧП, ЧД)$

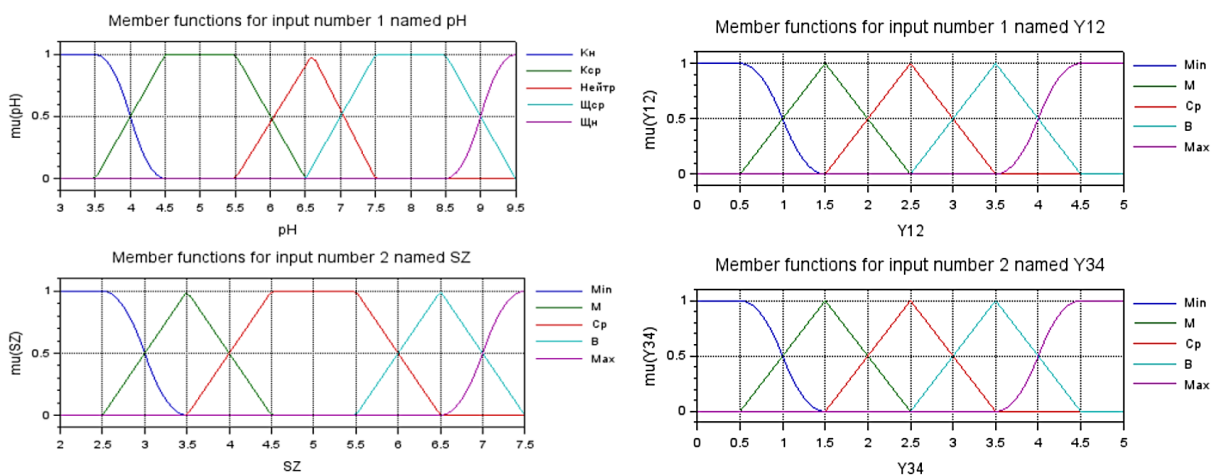
Значения лингвистической переменной « <i>pH</i> –жирность, Y_{12} »	Значения выходных нечетких подмножеств « $СПА$ » при изменении нечеткой функции «Дыхание–пульс, Y_{34} »				
	Мин	М	Ср	В	Мах
Мин	Мин	Мин	Мин	М	М
М	Мин	Мин	М	Ср	Ср
Ср	Мин	М	Ср	В	В
В	М	Ср	В	В	Мах
Мах	Ср	В	Мах	Мах	Мах

2. Синтез нечетких моделей задачи. С использованием баз правил выполняются процедуры нечеткого вывода и синтез нечетких моделей задачи. Для реализации разработанной формальной постановки задачи нечетких выводов, входящих в структуру интеллектуальной системы, использована среда SciFLTEditor приложения Scilab⁴. Нечеткий вывод для получения результирующей функции принадлежности приведен на рис. 1а-в. В соответствии с методикой⁵ нечеткого вывода на примере функции $Y_{12} = f(pH, SZ)$ выполнялись процедуры в следующем порядке:

- 1) фазификация переменных задачи (рис. 1а-1б);
- 2) создание базы правил (рис. 1в).

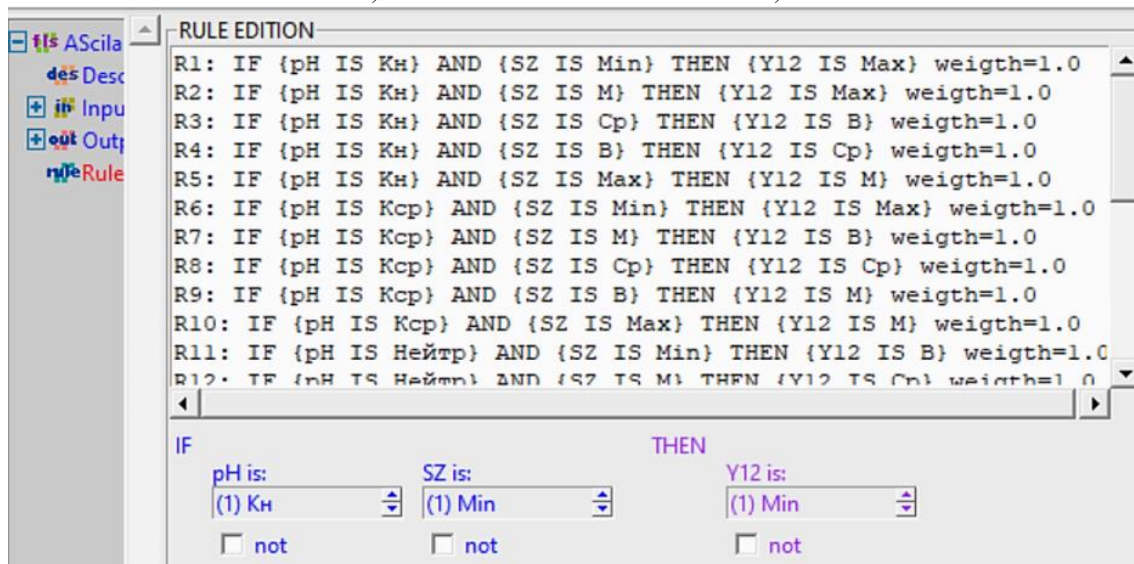
После завершения нечеткого вывода и дефазификации получены результирующие функции $Y_{12} = f(pH, SZ)$; $Y_{34} = f(CHP, CHD)$ и $CPIA = f(Y_{12}, Y_{34})$. В графическом виде они приведены на рис. 2.

3. Разработка обобщенной модели интеллектуальной системы диагностирования. На рис. 3 показана модель интеллектуальной системы в формате Xcos, в которой использованы визуальные блоки Constant для ввода исходных данных, мультиплексоры Mux для формирования вектора последовательных данных и передачи их в блоки Controller. В этих блоках задано обращение к соответствующим нечетким системам для получения результатов нечеткого вывода. Результаты расчетов выводятся на виртуальный электронный дисплей.



а)

б)



в)

Рис. 1. Процедуры нечеткого вывода в SciFLT-формате: а) переменные pH и SZ ; б) Y_{12} и Y_{34} ; в) база правил нечеткого вывода для функции $Y_{12} = f(pH, SZ)$

⁴Scilab. <https://www.scilab.org> (дата обращения 19.06.2024).

⁵Piegat A. Fuzzy Modeling and Control: with 96 tables. Heidelberg; New York: Physic-Verl, 2001. P.760.

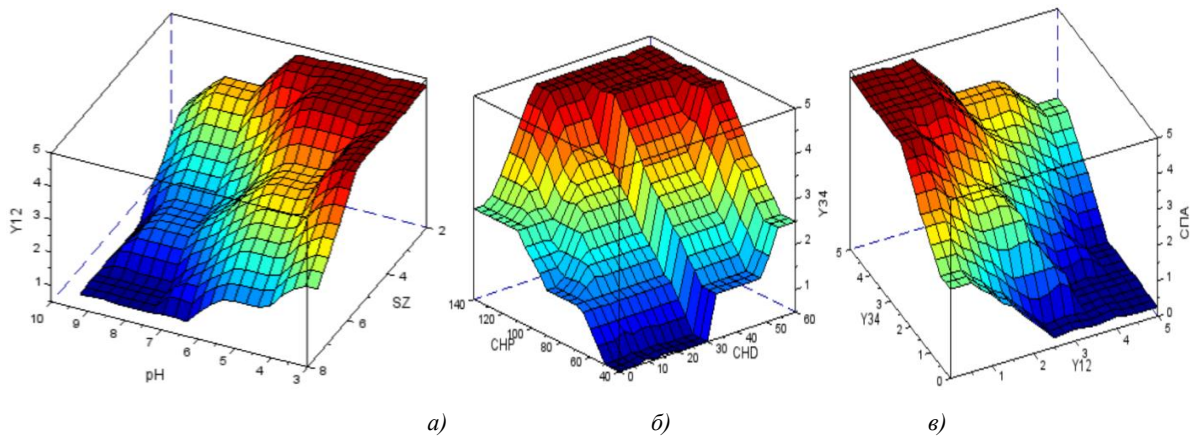


Рис. 2. Результирующие функции: а) $Y_{12} = f(pH, SZ)$; б) $Y_{34} = f(CHP, CHD)$; в) $СПА = f(Y_{12}, Y_{34})$

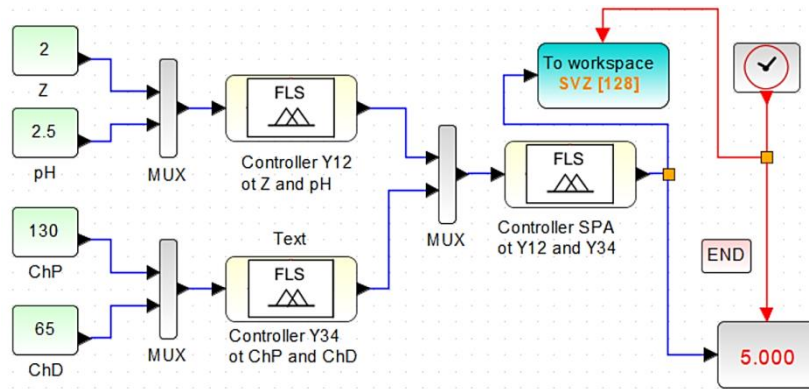


Рис. 3. Модель интеллектуальной системы в формате Xcos

4. Компьютерная реализация интеллектуальной системы диагностирования. Для практического применения модель необходимо обеспечить пользовательским интерфейсом. Для его разработки использована среда Scilab+Scinotes. Основные визуальные формы

интерфейса изображены на рис. 4, где приводится информация о программе, документация, ввод-вывод данных, рекомендации по лечению ацидоза рубца в зависимости от степени его патологии.

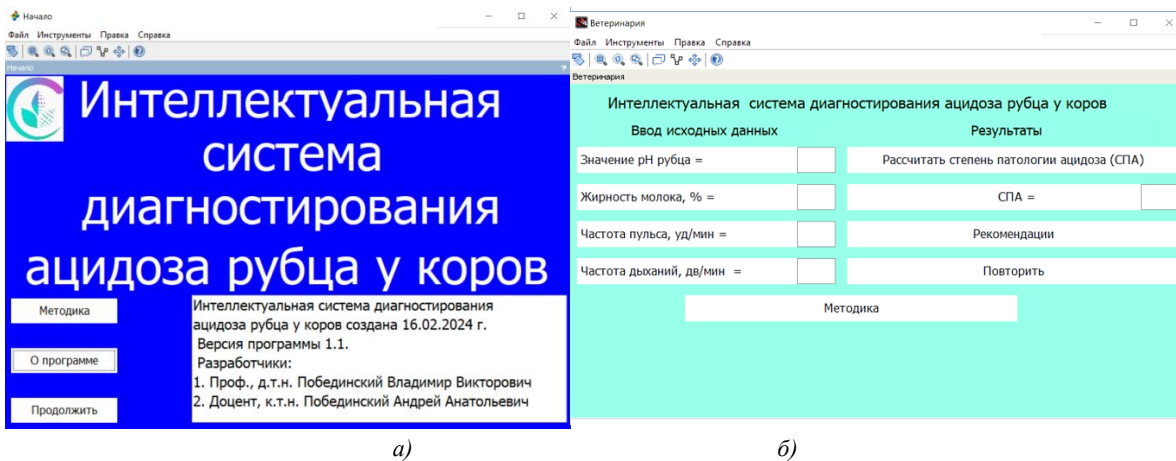


Рис. 4. Основные формы пользовательского интерфейса программы: а) заглавная форма; б) форма ввода-вывода данных и работы с программой

Обсуждение и заключение. Перспективность развития направления искусственного интеллекта в агропромышленном комплексе не вызывает сомнений. Предложенная авторами интеллектуальная система диагностирования патологии рубца у коров обладает новизной и может быть использована в советующих экспертных системах, для автоматизации рабочего места

врача-ветеринара, в современных технологиях ветеринарной телемедицины и других областях.

Особым вопросом является адекватность системы, так как традиционный, стандартный подход будет к ней не применим. В отличие от других моделей, интеллектуальные системы, основанные на правилах, т. е. нечеткие системы и нейронные сети, обучаются на

протяжении всего жизненного цикла [23]. Это означает, что в процессе использования при изменении внешних условий (например, методик лечения, фармакологических средств, возникновении побочных эффектов) новые наборы правил включаются в базу правил нечеткой продукции, и работа интеллектуальной системы автоматически корректируется. Если эту процедуру делать не вручную, а автоматизировать в программе, то система становится самообучающейся.

В процедуру выдачи рекомендаций по лечению также внесены в качестве шаблона основные стандартные положения по лечению. Но обязательно

предусмотрена возможность корректировки и уточнения со стороны ветеринара, так как эта система пока остается советующей системой для принятия решения ветеринаром.

Подытоживая результаты исследования, можно заключить, что предложенная интеллектуальная система достаточно точно диагностирует патологию ацидоза и является универсальной, так как обладает возможностью совершенствовать процесс диагностирования (добавлять новые правила в базы правил или другие параметры), при этом не требуя никаких изменений в программном коде.

Список литературы / References

Амерханов Х.А. Роль и место отрасли животноводства в обеспечении продовольственной безопасности РФ. URL: <https://ran-szv.ru/index.php/doklads/amerkhanov-150524> (дата обращения 29.01.2026)

Amerkhanov HA. *The Role and Place of the Livestock Industry in Ensuring Food Security in the Russian Federation.* (In Russ.) URL: <https://ran-szv.ru/index.php/doklads/amerkhanov-150524> (accessed: 29.01.2026).

Самоловов А.А. Ацидоз рубца – причина всех проблем здоровья коров. Производственная болезнь. Новосибирск; 2016. 61 с.

Samolovov AA. *Rumen Acidosis – The Cause of All Cow Health Problems. Production Disease.* Novosibirsk; 2016. 61 p. (In Russ.)

Трегубов В.И. Методы устранения и предупреждения ацидоза у коров. URL: <https://agbz.ru/articles/metody-ustraneniya-i-preduprezhdeniya-atsidoza-u-korov/> (дата обращения 11.02.2026)

Tregubov VI. *Methods for the Elimination and Prevention of Acidosis in Cows.* (In Russ.) URL: <https://agbz.ru/articles/metody-ustraneniya-i-preduprezhdeniya-atsidoza-u-korov/> (accessed: 11.02.2026).

Побединский В.В., Побединский А.А., Иовлев Г.А. Создание интеллектуальной системы диагностирования ацидоза рубца у коров. Часть 1: Формализация задач. *Ветеринарная патология.* 2025;24(4):17–26. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-4-17-26>

Pobedinskiy VV, Pobedinskiy AA, Iovlev GA. Development of an Intelligent System for Diagnosing Rumen Acidosis in Cows. Part 1: Formalization of Tasks. *Russian Journal of Veterinary Pathology.* 2025;24(4):17–26. (In Russ.) <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2025-24-4-17-26>

Бакиров Б., Разикулов Н.Б., Хайитов Б., Абдурасулов А.Х. Групповая профилактика ацидоза рубца у коров. *Вестник ОШГУ. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния.* 2023;4(5):50–56. https://doi.org/10.52754/16948696_2023_4_7

Bakirov B, Ruzikulov NB, Khaitov B, Abdurasulov AKh. Group Prevention of Rumen Acidosis in Cows. *Journal of Osh State University. Agriculture: Agronomy, Veterinary and Zootechnics.* 2023;(4(5)):50–56. (In Russ.) https://doi.org/10.52754/16948696_2023_4_7

6. Владимиров В.Е., Кирсанов В.В., Павкин В.Ю. Исследование pH и температуры рубца для диагностики ацидоза у дойных коров после отела. *Вестник ВНИИМЖ.* 2019;4(36):196–199.

Vladimirov VE, Kirsanov VV, Pavkin DYu. Study of the Rumen's pH and Temperature for Milk Cows after Calving Acidosis Diagnosis. *Vestnik vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva (Bulletin of the All-Russian Research Institute of Animal Husbandry Mechanization).* 2019;(4(36)):196–199. (In Russ.)

7. Воронов Д.В., Бобер Ю. Н. Показатели pH содержимого рубца у коров, больных ацидозом, при различных способах получения пробы. *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины».* 2017;53(3):18–21.

Voronov DV, Bober YuN. Indicators pH of the Content of Rumen in the Cows, Patients with Acidosis, with Different Methods of Obtaining the Sample. *Scientific Notes of the Vitebsk State Awarded with the Badge of Honor Academy of Veterinary Medicine.* 2017; 53(3):18–21. (In Russ.)

8. Луговой М.М., Азарнова Т.О., Подольников В.Е., Луговая И.С. Значимость поддержания водородного показателя в организме коров для профилактики метаболических нарушений и повышения молочной продуктивности. *Аграрная Россия.* 2019;12:3–7. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2019-12-3-7>

Lugovoi MM, Azarnova TO, Podolnikov VE, Lugovaya IS. Importance of Maintaining a Hydrogen Index in the Cows for Prevention of Metabolic Disorders and for an Increase in Milk Productivity. *Agrarnaya Rossiya (Agrarian Russia).* 2019;(12):3–7. (In Russ.) <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2019-12-3-7>

9. Павкин Д.Ю., Владимиров Ф.Е. Диагностика подострого ацидоза рубца у коров в послепартумный период с помощью цифровых технологий. *Главный зоотехник*. 2020;(12(209)):47–52.
- Pavkin DYu, Vladimirov FE. Diagnosis of Subacute Rumen Acidosis in Cows in the Postpartum Period when Using Digital Technologies. *Head of Animal Breeding*. 2020;(12(209)):47–52. (In Russ.)
10. Побединский А.А., Побединский В.В. Способ мониторинга пчелиных ульев и популяций пчёл. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2023;(6(104)):198–204.
- Pobedinsky AA, Pobedinsky VV. A Method for Monitoring Bee Hives and Bee Populations. *Izvestia Orenburg State Agrarian University (Bulletin of the Orenburg State Agrarian University)*. 2023;(6(104)):198–204. (In Russ.)
11. Побединский А.А. Дистанционный мониторинг определения продуктивности кур-несушек в частном хозяйстве. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2022;(1(93)):127–130. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-127-130>
- Pobedinsky AA. Remote Monitoring Determining Productivity Laying Hens in a Private Household. *Izvestia Orenburg State Agrarian University (Bulletin of the Orenburg State Agrarian University)*. 2022;(1(93)):127–130. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-127-130>
12. Рыжкова Г.Ф., Евглевский А.А., Евглевская Е.П., Миненков Н.А. Перераспределение электролитов между эритроцитами и плазмой крови коров при нарушении кислотно-щелочного равновесия (ацидоз рубца). *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018;(4):136–139.
- Ryzhkova GF, Evglevsky AA, Evglevskaya EP, Minenkov NA. The Redistribution of Electrolytes between the Erythrocytes and Plasma of Cows Blood at the Violation of Acid-Base Balance (Acidosis of the Rumen). *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii (Bulletin of Kursk State Agricultural Academy)*. 2018;(4):136–139. (In Russ.)
13. Эленшлегер А.А., Соловьева В.В. Клинико-морфологические показатели крови при ацидозе рубца у молочных коров. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016;(6(140)):112–115.
- Elenshleger AA, Solovyeva VV. Clinical and Morphological Blood Parameters in Rumen Acidosis in Dairy Cows. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2016;(6(140)):112–115. (In Russ.)
14. Abarghuae MJ, Rouzbehan Y, Salem AZM, Zamiri MJ. Nutrient Digestion, Ruminant Fermentation and Performance of Dairy Cows Fed Pomegranate Peel Extract. *Livestock Science*. 2013;157(2–3):452–461.
15. AlZahal O, Kebreab E, France J, Froetschel M, McBride BW. Ruminant Temperature May Aid in the Detection of Subacute Ruminant Acidosis. *Journal of Dairy Science*. 2008;91(1):202–207. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0535>
16. Antanaitis R, Juozaitiene V, Malasauskiene D, Televicius M., Urbutis M. Biomarkers from Automatic Milking System as an Indicator of Subclinical Acidosis and Subclinical Ketosis in Fresh Dairy Cows. *Polish Journal of Veterinary Science*. 2019;22(4):685–693. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2019.129981>
17. Asqarov SS, Yunusov XB, Roziqulov NB. Qo'zilar Dispepsiyasining Klinik Belgilari va Ularning Etiopatogenetik Asoslari. *Veterinariya meditsinasi*. 2023;8:18-19.
18. Smith BP, Van Metre DC, Pusterla N (Eds). *Large Animal Internal Medicine*. 6th Edition. USA: Elsevier; 2020. 1874. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-01788-6>
19. Chen L, Liu Sh, Wang H, Wang M, Lihuai Yu. Relative Significances of pH and Substrate Starch Level to Roles of Streptococcus Bovis S1 in Rumen Acidosis. *AMB Express*. 2016;6(1):80. <https://doi.org/10.1186/s13568-016-0248-2>
20. Chen L, Luo Y, Wang H, Liu Sh, Shen Y, Wang M. Effects of Glucose and Starch on Lactate Production by Newly Isolated Streptococcus Bovis S1 from Saanen Goats. *Applied and Environmental Microbiology*. 2016;82(19):5982–5989. <https://doi.org/10.1128/AEM.01994-16>
21. Millen DD, De Arrigoni MB, Pacheco RDL (Eds). *Rumenology*. Cham: Springer; 2016. 314 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-30533-2>
22. McSweeney CS, Mackie RI (Eds). *Improving Rumen Function: Burleigh Dodds Series in Agricultural Science*. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing; 2020. 862 p.
23. Эпоха самообучения: как самообучающийся ИИ меняет отрасли. URL: <https://rfidunion.com/ru/information/self-learning-ai-will-create-a-new-self-era.html> (дата обращения 11.02.2026)
- The Era of Self-Learning: How Self-Learning AI is Transforming Industries*. URL: <https://rfidunion.com/ru/information/self-learning-ai-will-create-a-new-self-era.html> (accessed: 11.02.2026)

Об авторах:

Владимир Викторович Побединский, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой управления в технических системах и инновационных технологий Уральского государственного лесотехнического университета (620100, Российская Федерация, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37); профессор кафедры сер-

виса транспортных и технологических машин и оборудования АПК Уральского государственного аграрного университета (620000, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, стр. 42), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), pobedinskyvv@mail.ru

Андрей Анатольевич Побединский, доцент кафедры лесного хозяйства, деревообработки и прикладной механики Аграрного института Тюменского государственного университета (625003, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Рошинское шоссе, 18), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), vm993711@mail.ru

Григорий Александрович Иовлев, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой сервиса транспортных и технологических машин и оборудования АПК Уральского государственного аграрного университета (620000, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, стр. 42), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), gri-iovlev@yandex.ru

Заявленный вклад авторов:

В.В. Побединский: научное руководство, формирование основной концепции, цели и задач исследования, разработка модели и программы интеллектуальной системы, подготовка текста, формирование выводов.

А.А. Побединский: обоснование диагностических параметров для интеллектуальной системы, анализ результатов исследований, корректировка выводов.

Г.А. Иовлев: оформление и доработка текста.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

About the Authors:

Vladimir V. Pobedinskiy, Professor, Dr.Sci. (Engineering), Head of the Management in Technical Systems and Innovative Technologies Department, Ural State Forest Engineering University (Ekaterinburg, Russia); Professor of the Service of Transport and Technological Machines and Equipment for the Agro-Industrial Complex Department, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), pobedinskyvv@mail.ru

Andrey A. Pobedinskiy, Associate Professor of the Forestry, Woodworking and Applied Mechanics Department, Agrarian Institute of Tyumen State University (18, Roshchinskoye Shosse, Tyumen, 625003, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), vm993711@mail.ru

Grigory A. Iovlev, Cand.Sci. (Economics), Head of the Service of Transport and Technological Machines and Equipment for Agro-Industrial Complex Department, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), gri-iovlev@yandex.ru

Claimed Contributorship:

VV Pobedinskiy: scientific supervision, formulating the main concept, aim and objectives of the research, development of a model and intelligent system software, preparing the text, formulating conclusions.

AA Pobedinskiy: justification of diagnostic parameters for an intelligent system, analysis of research results, correcting conclusions.

GA Iovlev: formatting and finalizing the text.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received

Поступила после рецензирования / Reviewed

Принята к публикации / Accepted

ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ,
ФАРМАКОЛОГИЯ И ТОКСИКОЛОГИЯ
ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY,
PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY



УДК 619:616.126.4-07:636.7

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-34-40>

Клинический случай пролиферативного и некротизирующего наружного отита (PNOE) у возрастной кошки



Кочеткова А.Ю. , Фомина А.С.  

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

 a_bogun@mail.ru

EDN: TSAVDS

Аннотация.

Введение. Описан клинический случай пролиферативного и некротизирующего наружного отита (PNOE) у взрослой кошки — диагностика и лечение с применением такролимуса. Данный синдром неизвестной этиологии возникает у кошек в возрасте от 2 месяцев до 12 лет: билатерально поражается вогнутая часть ушной раковины и наружное слуховое отверстие; распространение заболевания по слуховому проходу сопровождается вторичными бактериальными или малассезиозными отитами. Рассмотрены 15 зарубежных исследований пролиферативного и некротизирующего наружного отита у кошек и собак, опубликованных в 2000–2025 гг.

Материалы и методы. В ноябре 2024 г. в ветеринарную клинику «Центр» (г. Ростов-на-Дону) обратились владельцы пятилетней кошки с жалобой на частые отиты у животного. Диагностика PNOE была основана на данных анамнеза, клинического осмотра, микроскопического и цитологического исследования содержимого ушного канала (ветеринарная лаборатория Vet Union, г. Москва). Терапия проводилась с применением 0,1% мази такролимуса наружно.

Результаты исследования. При осмотре на внутренней поверхности ушных раковин был обнаружен стеноз наружных слуховых проходов, значительное количество черных и сухих корочек. При посеве материала из слухового прохода на микрофлору выявлено вторичное микробное обсеменение (*Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella oxytoca* и *Enterobacter cloacae*); при этом грибов рода *Candidaspp* и *Malasseziaspp* не выявлено. При микроскопическом анализе ушной серы клещей рода *Otodectes cynotis* также не выявлено. После проведения терапии с применением 10 г 0,1% мази такролимуса наружно через 4 недели при отоскопическом исследовании ушных раковин отмечена нормализация состояния.

Обсуждение и заключение. Доказана эффективность лечения PNOE у кошек с применением такролимуса наружно на корочки ушных раковин топикально. Представленные в статье данные и фотоматериалы могут быть полезными для практикующего ветеринарного врача при диагностике и лечении заболевания, регистрируемого достаточно редко.

Ключевые слова: клинический случай, кошки, пролиферативный и некротизирующий наружный отит, PNOE, такролимус

Информационное согласие: Получено согласие владельца на публикацию.

Источники финансирования: Исследование проведено за счёт владельца.

Для цитирования. Кочеткова А.Ю., Фомина А.С. Клинический случай пролиферативного и некротизирующего наружного отита (PNOE) у возрастной кошки. *Ветеринарная патология.* 2026;25(1):34–40. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-34-40>

A Clinical Case of Proliferative and Necrotizing Otitis Externa (PNOE) in an Elderly Cat

Anastasia Yu. Kochetkova , Anna S. Fomina ✉

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ a_bogun@mail.ru

Abstract.

Introduction. A clinical case of proliferative and necrotizing otitis externa (PNOE) in an elderly cat has been described, i.e. diagnostics and treatment with tacrolimus. This syndrome of unknown etiology occurs in cats aged from 2 months to 12 years. It bilaterally affects the concave pinnae and the external acoustic pore. Disease development in the ear canal is accompanied with the secondary bacterial or *Malassezia* otitides. Fifteen foreign works investigating PNOE in cats and dogs published in the period of 2000–2025 have been reviewed.

Materials and Methods. In November 2024, the owners of a five-year-old cat attended to the veterinary clinic “Center” (Rostov-on-Don) with the complaint on frequent otitides in their pet. PNOE diagnosis was based on the animal’s medical history, clinical examination, microscopic and cytological examination of discharge from ears (performed in the “Vet Union” veterinary laboratory, Moscow). Treatment included topical application of 0.1% tacrolimus ointment.

Results. Examination of the inner surface of the auricles revealed stenosis of the external ear canals and a significant number of black, dry crusts. An ear culture test revealed secondary microbial contamination with *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella oxytoca*, and *Enterobacter cloacae*; whereas, *Candida* or *Malassezia spp* fungi were not isolated. Also, during microscopy of earwax, no mites of the genus *Otodectes cynotis* were isolated. After 4 weeks of treatment with 10 g of 0.1% tacrolimus ointment applied topically, normalization of condition was noticed during the otoscopic examination of the auricles.

Discussion and Conclusion. The efficiency of treating PNOE in cats with tacrolimus ointment applied topically to the auricle crusts has been proved. The data and photographs presented in the article may be useful for practicing veterinarians for diagnostics and treatment of this relatively rare disease.

Keywords: clinical case, cats, proliferative and necrotizing otitis externa, PNOE, tacrolimus

Informed consent: The owner’s consent for publication has been obtained.

Sources of Funding: The study was carried out at the owner’s expense.

For Citation: Kochetkova AYu, Fomina AS. A Clinical Case of Proliferative and Necrotizing Otitis Externa (PNOE) in an Elderly Cat. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2026;25(1):34–40. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-34-40>

Введение. Пролиферативный и некротизирующий наружный отит (PNOE: Proliferative and Necrotizing Otitis Externa) у кошек — это синдром неизвестной этиологии [1], встречающийся достаточно редко. К 2025 г. в литературе зафиксирован 21 случай заболевания PNOE [2]. Впервые пролиферативный и некротизирующий отит у котят был описан в [1, 3]. Первоначально считалось, что заболеванию подвержены только котята до 1 года, но в настоящее время установлено, что PNOE возникает у кошек в возрасте от 2 месяцев до 12 лет, причем чаще всего регистрируется к 4 годам [3–6]. Породная предрасположенность не выявлена, однако регистрируется половая предрасположенность — 16 котов из 22 случаев обращений [6].

Этиология заболевания не выяснена, предполагается его связь с иммунной системой [1, 7]. Данное предположение подтверждается возможностью лечения PNOE местными и системными иммуномодуляторами [2]. По-видимому, это связано с индуцируемыми Т-клетками каспазо-положительным апоптозом эпидермальных кератиноцитов, что имеет общие черты с

таким заболеванием, как мультиформная эритема [5]. Инфекционные агенты, включая вирусные заболевания кошек, до сих пор не были связаны с данным заболеванием; не доказано, что они причастны к его возникновению [6]. Авторы [1, 3] описывают аналогичный отит у котенка, при котором гистопатологические особенности, результаты иммуногистохимического окрашивания и реакция на лечение согласуются с апоптозом кератиноцитов эпидермально-инфильтрирующими Т-клетками.

Чаще всего PNOE билатерально и симметрично поражает вогнутую часть ушной раковины и наружное отверстие, но также может распространяться по слуховому проходу и вызывать вторичные бактериальные или малассезиозные отиты, сопровождающиеся формированием корок и гнойными выделениями [3, 5–8]. Поражения характеризуются эритематозными бляшками, плотно прилегающими к ушной раковине гиперкератотическими корками. Корочки, чаще всего, золотистые до темно-коричневого цвета, что свидетельствует о вы-

раженном гиперкератозе и паракератозе [8]. При травматизации отмечаются изъязвления с небольшим количеством кровоизлияний. Характерные повреждения также могут локализоваться в области морды кошек, в периокулярной или периоральной областях. Также есть публикации о генерализованных поражениях, которые в некоторых случаях спонтанно исчезали [1, 5, 6].

Основными гистопатологическими изменениями, наблюдавшимися при биопсии кожи у кошек с PNOE, были гиперпластические изменения в эпидермисе, а также в стенках фолликулов. Это поражение объясняет один из терминов, используемых для описания заболевания, а именно пролиферативный отит [1, 5, 6]. Некротические изменения, которые объясняют второй термин, используемый для обозначения заболевания, были менее выраженными, а дискератоз наблюдался редко. Основные гистопатологические различия между отитом и дискератозом были связаны с дискератозами. Первоначальный диагноз был бы неблагоприятной реакцией на местные лекарственные препараты; однако при таком состоянии можно было бы ожидать апоптоза с сателлитозом и меньшего количества гиперпластических изменений [3].

Вариации PNOE, включающие дополнительный аурикулярный дерматит и поражение среднего уха, оправдывают применение системных иммунодепрессантов, о чем сообщалось в [9]: больная кошка положительно реагировала на циклоспорин, системный преднизолон и местный такролимус. В работе [10] отмечены два клинических случая успешного использования оклацитиниба в терапии кошек с PNOE, когда не было ожидаемого ответа на стандартную терапию такролимусом. Оклацитиниб является ингибитором янус-киназы-1 (JAK1), который влияет на сигнальный путь цитокинов, участвующих в возникновении зуда и аллергического дерматита [11]. Хотя оклацитиниб не рекомендован для применения у кошек, некоторые публикации свидетельствуют, что данный препарат может оказывать терапевтическое действие при различных иммунопосредованных и аутоиммунных заболеваниях у собак и кошек [3, 4, 12, 13].

Наружный отит у кошек встречается относительно редко по сравнению с собаками и чаще всего связан с заражением ушными клещами, воспалительными полипами, неоплазией слухового прохода и сопутствующими аллергическими состояниями.

В статье описан клинический случай пролиферативного и некротизирующего наружного отита у взрослой кошки — диагностика заболевания и эффективное лечение с применением такролимуса.

Материалы и методы. Пятилетняя кошка, порода шотландская вислоухая, стерилизованная, в ноябре 2024 г. поступила в ветеринарную клинику «Центр» (г. Ростов-на-Дону) в связи с нетипичными пролиферативными поражениями обоих слуховых проходов. Со

слов владельцев, рецидивы отита происходили у животного на протяжении двух лет. Кошка содержалась в квартире, других животных у владельцев не было.

PNOE был диагностирован на основании данных анамнеза, клинического осмотра, микроскопического и цитологического исследования содержимого ушного канала. Для лабораторных исследований отбирали по два образца из каждой ушной раковины: один для микроскопии (с целью исключения *Otodectes scynotis*) — микроскопировали при увеличении $\times 10$ (микроскоп Olympus CX23, Япония); другой — для цитологического исследования. Мазок фиксировали, окрашивали краской «Диахим–Дифф–Квик» (НПФ «АБРИС+», Россия) и микроскопировали при увеличении $\times 100$ на том же микроскопе. Отоскопию проводили с помощью светового отоскопа (Welch Allyn Inc., США).

Микробиологическое исследование было проведено в лаборатории Vet Union (г. Москва). Анализ ушной серы проводился в лаборатории клиники при увеличении $\times 10$ с использованием микроскопа Olympus CX23.

Посев материала ушного содержимого на микрофлору и определение чувствительности к антибиотикам и посев на грибы рода *Candida spp.* и *Malassezia spp.* также проводились в ветеринарной лаборатории Vet Union.

Терапия проводилась с применением 0,1% мази такролимуса (препарат Протопик, Astellas Pharma, Япония) наружно.

Общий осмотр через 4 недели после терапии был осуществлен с использованием светового отоскопа Welch Allyn.

Результаты исследования. Согласно анализу анамнеза, в предыдущие месяцы кошку лечили многочисленными местными препаратами от ушных паразитов, дрожжевых и бактериальных инфекций, включая сборные капли на основе 5% Байтрила и дексаметазона. Системно кошка получала однократное применение селамектина топикально (препарат Стронгхолд, производитель Zoetis (ранее Pfizer Animal Health), США) и амоксициллин + клавулановая кислота (Krka, Словения) в дозе 15 мг/кг 2 раза в день, курс 14 дней.

При посеве материала из слухового прохода на микрофлору с чувствительностью к антибиотикам были выделены следующие микроорганизмы: *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella oxytoca* и *Enterobacter cloacae* (рис. 1). Результаты микробиологического исследования были характерны для вторичного микробного обсеменения, а не инфекции. При посеве материала из слухового прохода на грибы рода *Candida spp.* и *Malassezia spp.* выявлено не было (рис. 2).

При проведении общего осмотра других кожных поражений выявлено не было. Отмечалось билатеральное поражение на внутренней поверхности ушных раковин. Также обнаружен стеноз наружных слуховых проходов, значительное количество черных и сухих корочек. При травматизации и взятии диагностических

тестов отмечено незначительное кровотечение (рис. 3). Отоскопическое исследование на первичном приёме провести не удалось из-за стеноза слуховых каналов.

Осмотр носоглотки не выявил каких-либо анатомических и патологических изменений.

Посев отделяемого наружного слухового прохода (НСП) на микрофлору и АЧ

- 1 *Pseudomonas aeruginosa* 10⁷ КОЕ/тамп
- 2 *Klebsiella oxytoca* 10⁷ КОЕ/тамп
- 3 *Enterobacter cloacae* 10⁷ КОЕ/тамп

Чувствительность к препаратам	1	2	3
AMPICILLIN		R	R
AMOXICILLINE CLAVULANAT		S	R
CO-TRIMOXAZOL	R		
CEFOTAXIME	R	S	S
CEFTAZIDIME		S	S
CEFTRIAXON	R	S	S
CEFEPIME	R	S	S
GENTAMICIN	S		
AMIKACIN	S		
ENROFLOXACIN	S	S	S

Комментарий

S - чувствительный.
R - устойчивый.
I - умеренно устойчивый.

Комментарии к заявке:

Локализация: - Отделяемое наружного слухового прохода

Результаты исследований не являются диагнозом, необходима консультация специалиста.

Рис. 1. Результаты посева отделяемого наружного слухового прохода на микрофлору и чувствительность к антибиотикам

Посев на грибы рода *Candida*, *Malassezia* и АМЧ

- 1 Роста *Candida* spp не выявлено
- 2 Роста *Malassezia* spp. не выявлено

Рис. 2. Результаты посева отделяемого наружного слухового прохода на грибы рода *Candida* spp. и *Malassezia* spp.



Рис. 3. Прролиферативный и некротизирующий отит у кошки до лечения

Первоначальными дифференциальными диагнозами были отоакриоз, который, возможно, не прошёл после однократного применения капель spot-on, и хронический бактериальный или дрожжевой наружный отит, вторичный по отношению к среднему отиту (или, что менее вероятно, к двусторонним полипам уха).

Микроскопическое исследование ушной серы было отрицательным на наличие клещей *Otodectes cynotis*, а цитологическое исследование показало наличие только кератиноцитов (рис. 4). Терапию начинали с применения 10 г 0,1% мази Протопик наружно на корочки ушных раковин.

Через три дня лечения состояние ушных раковин значительно улучшилось (рис. 5).

Кошка была повторно обследована через 4 недели терапии. При отоскопическом исследовании как ушной канал, так и ушные раковины оказались нормальными. Небольшое количество ушной серы все еще скрывало барабанную перепонку с левой стороны, в то время как барабанную перепонку с правой стороны можно было нормально визуализировать (рис. 6). Цитологическое исследование ушной серы показало наличие только кератиноцитов.

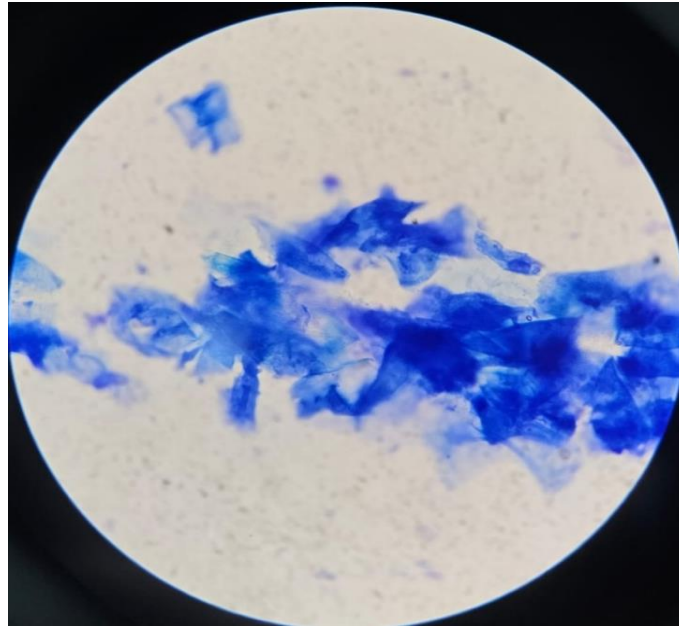


Рис. 4. Цитологический мазок кошки с РНОЕ. Микроскопически представлены кератиноциты +++ . Окрашивание «Диахим-Дифф-Квик». Увеличение $\times 100$



Рис. 5. Вид ушной раковины после трехдневного использования мази Протопик



Рис. 6. Состояние ушной раковины в динамике после 4 недель терапии

Обсуждение и заключение. У животных с наружным отитом по возможности всегда следует проводить отоскопическую оценку наружного слухового прохода и целостности барабанных перепонок [14, 15]. Отоскопия или видеоотоскопия дают лечащему врачу возможность для диагностики и прогноза данного заболевания. Однако при пролиферативном и некротизирующем наружном отите у кошек отоскопическое исследование не всегда возможно из-за большого количества корочек, которые скапливаются в ушных каналах. Зуд может присутствовать или отсутствовать, но всегда имеет место вторичный бактериальный или дрожжевой наружный отит [1, 5]. В рассматриваемом нами случае ушные раковины не были затронуты, а поражения, аналогичные тем, о которых сообщалось, затронули только наружные слуховые проходы.

Список литературы/References

1. Mauldin EA, Ness TA, Goldschmidt MH. Proliferative and Necrotizing Otitis Externa in Four Cats. *Veterinary Dermatology*. 2007;18(5):370–377. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3164.2007.00614.x>
2. Brame BE. Proliferative and Necrotizing Otitis Externa of Cats and Kittens. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2025;55(2):337–361. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2024.11.012>
3. Gross TL, Ihrke P, Walder E, Affolter VK. Necrotizing Diseases of the Epidermis. In: *Skin Diseases of the Dog and Cat, Clinical and Histopathologic Diagnosis*. Blackwell Publishing, 2005. P. 75–104. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2008.00573.x>
4. Carrasco I, Martinez M, Albinyana G. Beneficial Effect of Oclacitinib in a Case of Feline Pemphigus Foliaceus. *Veterinary Dermatology*. 2021;32:299–301. <https://doi.org/10.1111/vde.12949>
5. Vidémont E, Pin D. Proliferative and Necrotising Otitis in a Kitten: First Demonstration of T-Cell-Mediated Apoptosis. *Journal of Small Animal Practice*. 2010;51:599–603. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2010.00999.x>
6. Yager J. Feline Lymphocytic Non-Neoplastic Dermatoses. In: *Proceedings of the European Society Veterinary Dermatology Congress*. Slovenia, Bled; 2009.

С учетом полученных нами результатов терапии, а также имеющихся литературных данных, можно утверждать, что такролимус является эффективным средством лечения РНОЕ у кошек. Такролимус продается в виде мази, которую может быть затруднительно наносить глубоко в ушные каналы, поэтому владельцам животных рекомендуется топикально наносить мазь на ушную раковину, предварительно надев перчатку. В качестве побочных эффектов при местном использовании такролимуса отмечается жжение или зуд. Представленные в статье сведения и фотоматериалы могут быть полезными для практикующего ветеринарного врача при диагностике и лечении этого достаточно редкого заболевания.

7. Borio S, Massari F, Abramo F, Colombo S. Proliferative and Necrotising Otitis Externa in a Cat Without Pinnal Involvement: Video-Otoscopic Features. *Journal of Feline Medicine Surgery*. 2013;15(4):353–356. <https://doi.org/10.1177/1098612x12468838>
8. Stevens BJ, Linder KE. Pathology in Practice. Proliferative and Necrotizing Otitis Externa. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 2012;241(5):567–569. <https://doi.org/10.2460/javma.241.5.567>
9. Panzuti P, Jongh O, Dony M, Vial S, Mosca M, Pin D. Extra-Auricular Lesions of Proliferative and Necrotizing Otitis Externa in Three Kittens. *Veterinary Dermatology*. 2021;32(4):385–e110. <https://doi.org/10.1111/vde.12968>
10. Chan T, Koch SN, Devine S, Mendoza-Kuznetsova E. Oclacitinib Therapy in Two Cats with Refractory Proliferative and Necrotising Otitis Externa. *Veterinary Dermatology*. 2024;35(5):568–572. <https://doi.org/10.1111/vde.13269>
11. Gonzales AJ, Bowman JW, Fici GJ, Zhang M, Mann DW, Mitton-Fry M. Oclacitinib (APOQUEL®) is a novel Janus kinase inhibitor with activity against cytokines involved in allergy. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 2014;37(4):317–324. <https://doi.org/10.1111/vde.13269>
12. Harvey RG, Olivri A, Lima T, Olivry T. Effective Treatment of Canine Chronic Cutaneous Lupus Erythematosus Variants with Oclacitinib: Seven Cases. *Veterinary Dermatology*. 2023;34(1):53–58. <https://doi.org/10.1111/vde.13128>
13. High EJ, Linder KE, Mamo LB, Levy BJ, Herrmann I, Bizikova P. Rapid response of hyperkeratotic erythema multiforme to oclacitinib in two dogs. *Veterinary Dermatology*. 2020;31(4):330–e86. <https://doi.org/10.1111/vde.12852>
14. Angus JC, Campbell KL. Uses and Indications for Video-Otосcopy in Small Animal Practice. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2001;31(4):809–828. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(01\)50072-8](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(01)50072-8)
15. Cole LK. Otoscopic Evaluation of the Ear Canal. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2004;34:397–410. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2003.10.004>

Об авторах:

Анастасия Юрьевна Кочеткова, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология и общая патология» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), lastik61@yandex.ru

Анна Сергеевна Фомина, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология и общая патология» Донского государственного технического университета, (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), a_bogun@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

А.Ю. Кочеткова: формирование основной концепции, цель и задачи исследования, подготовка обзора современных исследований, проведение исследования, подготовка текста.

А.С. Фомина: подготовка обзора современных исследований, подготовка текста.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

About the Authors:

Anastasia Yu. Kochetkova, Cand.Sci. (Biology), Associate Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), lastik61@yandex.ru

Anna S. Fomina, Cand.Sci.(Biology), Associate Professor of the Biology and General Pathology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), a_bogun@mail.ru

Claimed Contributorship:

AYu Kochetkova: formulating the main concept, aims and objectives of the research, preparing a review of modern publications, conducting the research, preparing the text.

AS Fomina: preparing a review of modern publications, preparing the text

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 24.12.2025

Поступила после рецензирования / Reviewed 20.01.2026

Принята к публикации / Accepted 23.01.2026

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

ANIMAL BREEDING, SELECTION, GENETICS, AND BIOTECHNOLOGY



УДК 619:636.2:575.174.4

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-41-49>


EDN: TSFAPY

Поиск ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с показателями экстерьера (тазовые параметры) коров голштинской породы

М.В. Бытов , В.Д. Зубарева , А.С. Краснощёров , Н.А. Безбородова ,М.А. Печёнкина , О.В. СоколоваУральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук,
г. Екатеринбург, Российская Федерация✉ bytovmaks@mail.ru

Аннотация

Введение. Экстерьерные параметры коровы могут иметь решающее значение в развитии патологического состояния, например, особенности строения крестца могут быть связаны с риском дистоции (патологические или трудные роды). Параметры таза являются одним из ключевых факторов управления легкостью отела в молочном скотоводстве, однако современная селекция направлена на закрепление в стаде особей с наибольшей молочной продуктивностью и длительным хозяйственным использованием, и экстерьерные параметры, к сожалению, учитываются в меньшей степени. Цель исследования — выявить ассоциации однонуклеотидных полиморфизмов с экстерьерными показателями таза коров, играющими важную роль в предрасположенности к легкому или трудному отелу, что позволит определить генетические маркеры для использования в селекционных программах.

Материалы и методы. Исследование проведено в Уральском НИВИ — структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в период с 2023 по 2025 гг. Исследованы модели наследования экстерьерных параметров по трем проекциям таза коров голштинской породы ($n=155$): высота в крестце, ширина в маклоках, ширина в седалищных буграх. Ассоциативные тесты проведены с использованием SNPAssoc для программной среды R.

Результаты исследования. Установлено, что средние значения и стандартные отклонения для высоты таза коров в крестце равны $161,7 \pm 5,3$ см; для ширины в маклоках — $41,1 \pm 3,9$ см; для ширины в седалищных буграх — $22,4 \pm 2,1$ см. Проведено генотипирование каждой особи по 13 полиморфизмам. Для коров голштинской породы по rs109452259 выявлен отрицательный эффект аллеля C^* на ширину в маклоках. Обнаружено предположительно эпистатическое взаимодействие для rs134055603 и rs43038601 для генотипов G/G и C/A , соответственно, с положительным эффектом на высоту в крестце. Также обнаружено эпистатическое взаимодействие для rs134055603 и rs137396952, вероятно, с синергическим характером для генотипа C/A и C/C соответственно.

Обсуждение и заключение. Полученные в ходе исследования данные статистически достоверны для наблюдаемого взаимодействия. К потенциальным ограничениям исследования следует отнести возможное влияние неучтенных смешивающих факторов, таких как вариабельность внутри исследуемых групп по возрасту животных, живой массе, номеру лактации и т. д. Подтверждение биологических механизмов требует дополнительных функциональных исследований.

Ключевые слова: коровы, голштинская порода, экстерьерные показатели, высота в крестце, ширина в маклоках, ширина в седалищных буграх, полиморфизмы, генетические ассоциации, селекция

Финансирование. работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № 0532-2025-0003 «Разработка высокоточных методов идентификации генетических детерминант устойчивости к заболеваниям для использования в селекции крупного рогатого скота».

Для цитирования. Бытов М.В., Зубарева В.Д., Красноперов А.С., Безбородова Н.А., Печёнкина М.А., Соколова О.В. Поиск ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с показателями экстерьера (тазовые параметры) коров голштинской породы. *Ветеринарная патология*. 2026;25(1):41–49. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-41-49>

Original Empirical Research

Finding Associations of Single Nucleotide Polymorphisms with Exterior Traits (Pelvic Parameters) in Holstein Cows

Maksim V. Bytov ✉, Vladlena D. Zubareva , Alexander S. Krasnoperov , Natalia A. Bezborodova ,
Marina A. Pechenkina , Olga V. Sokolova

Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

✉ bytovmaks@mail.ru

Abstract

Introduction. Exterior traits of a cow can have crucial effect on development of pathological conditions, for example, sacrum anatomy features can be related to the risk of dystocia (pathological or difficult parturition). In dairy farming, pelvic parameters are one of the key factors enabling control of easy calving. However, modern breeding focuses on selection of the herd individuals with the highest milk yield and long-term economic productivity, whereas the exterior traits, unfortunately, are taken into account to a lesser extent. The aim of the present research is to identify associations of single-nucleotide polymorphisms with cow pelvic exterior parameters that are important prerequisites of susceptibility to easy or difficult calving. As a result, it will be possible to determine the genetic markers to be included into the selection-breeding programs.

Materials and Methods. The study was conducted at Ural Research Veterinary Institute — a structural division of Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in the period from 2023 to 2025. The exterior trait inheritance patterns were studied in Holstein cows (n=155) across three pelvic dimensions: sacrum height, hip width, and ischial tuberosity width. Association tests were conducted using SNPAssoc R package.

Results. The mean values and standard deviations for pelvic height at sacrum in cows were found to be 161.7±5.3 cm; for width at hips — 41.1±3.9 cm; for width at ischial tuberosities — 22.4±2.1 cm. For each individual, genotyping with 13 polymorphisms was performed. Rs109452259 polymorphism in C* allele was revealed to have negative effect on hip width in Holstein cows. Rs134055603 and rs43038601 polymorphisms in G/G and C/A genotypes respectively, were established to have putative epistatic interaction with positive effect on the sacrum height. Also, rs134055603 and rs137396952 polymorphisms in C/A and C/C genotypes respectively were found to have possibly synergistic effect.

Discussion and Conclusion. The data obtained in the frame of the study are reliable for the observed-level statistical interaction. Potential limitations of the study include possible influence of the unaccounted confounding factors, such as variability of animals within the studied groups by age, live body weight, lactation number, etc. For confirmation of the biological mechanisms, further functional studies are required.

Keywords: cows, Holstein breed, exterior traits, sacrum height, hip width, ischial tuberosity width, polymorphisms, genetic associations, selection-breeding

Funding: The research was conducted in the frame of the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation No. 0532-2025-0003 “Development of High-Precision Methods for Identifying Genetic Determinants of Disease Resistance for Use in Cattle Breeding”.

For Citation: Bytov MV, Zubareva VD, Krasnoperov AS, Bezborodova NA, Pechenkina MA, Sokolova OV. Finding Associations of Single Nucleotide Polymorphisms with Exterior Traits (Pelvic Parameters) in Holstein Cows. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2026;25(1):41–49. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-41-49>

Введение. В современном животноводстве экстерьер крупного рогатого скота является важнейшим производственным показателем, напрямую влияющим на состояние здоровья, продуктивные показатели и репродуктивную функцию [1]. Индексы телосложения, учитываемые при селекции молочных коров, являются одними из первоначальных показателей оценки непродуктивных признаков [2]. Gibson с соавторами предпо-

лагают, что рост теленка связан с последующей лактационной эффективностью коров: более высокие телята производят в будущем больше молока за несколько лактаций, чем более низкие, с учётом живой массы [3]. Результаты исследования Schmidtman с соавторами показывают, что животные более крупного размера с выраженными костными выступами и низким индексом кондиции тела BCS (Body Condition Score) более подвержены метаболическим нарушениям [4].

Экстерьерные параметры могут иметь решающее значение в развитии патологического состояния животного. Например, особенности строения крестца могут быть связаны с риском дистоции (патологические или трудные роды) [5]. Значительно более высокая доля дистоции была обнаружена у коров как с узким крестцом, так и наоборот, с более широким по сравнению с оптимальным для отела анатомическим строением крестца [6]. Влияние породы на частоту дистоции объясняется различиями в относительной массе тела при рождении, строении таза и значительными колебаниями размеров таза у некоторых пород [5]. Поскольку современная селекция направлена в основном на закрепление в стаде особей с наибольшей молочной продуктивностью и длительным хозяйственным использованием, дистоция остается серьезной проблемой, частота встречаемости которой оценивается от 10 до 50 % [7].

Цель исследования — выявить ассоциации однонуклеотидных полиморфизмов с экстерьерными показателями таза коров голштинской породы, играющими важную роль в формировании предрасположенности к легкому или трудному отелу. Полученные данные позволят определить генетические маркеры для использования в селекционных программах совершенствования стада.

Материалы и методы. Работа выполнена в отделе геномных исследований и селекции животных Уральского НИВИ – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН в период с 2023 по 2025 гг. ПЦР-исследования проведены на образцах ДНК коров голштинской породы (n=155) из двух сельскохозяйственных организаций (СХО), занимающихся разведением крупного рогатого скота (СХО № 1, n=70; СХО № 2, n=85). В исследованную выборку были включены животные с одной и более лактациями. Этические стандарты соблюдены: проведение исследований (отбор крови у животных из хвостовой вены) было одобрено Комиссией по биоэтике ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (протокол № 136 от 13 октября 2025 г.)

Оценка экстерьерного линейного профиля животных выполнена по трем проекциям: высота в крестце, ширина в маклоках, ширина в седалищных буграх. Описательная статистика фенотипов — средние значения, стандартные отклонения — выполнена с помощью программы STATISTICA 12 (StatSoft Inc, США).

Проведено генотипирование по 13 SNPs для всей выборки коров. Для выполнения ассоциативных тестов исследованы полиморфные маркеры rs134055603, rs137396952, rs109452259, rs110347054, rs110352004, rs133674837, rs109529386, rs109279094, rs109611915, rs134668940, rs41567027, rs43038601, rs41255693, ранее показавшие в ходе GWAS-исследований достоверные

ассоциации по отношению к ряду физиологически ценных параметров крупного рогатого скота:

- продуктивное долголетие [8];
- легкость отела [9, 10];
- вес тела [11];
- длина туши после разделки [12]
- и других параметров продуктивности [10, 13].

В данной статье представлены как собственные разработки по технологии генотипирования TaqMan, так и уже ранее описанные тест-системы (таблица 1).

Оценку взаимосвязи с фенотипом на основе полученных генетических данных проводили по каждому полиморфному локусу в отдельности. В веб-инструменте SNPStats (Institut Català d'Oncologia, Испания) [19] и пакете SNPAssoc [20] для программной среды R (Autonomous University of Barcelona, Испания) оценивали 5 моделей наследования признака: кодоминантная, доминантная, рецессивная, сверхдоминантная и log-аддитивная; а в качестве величины эффекта выступало отношение шансов (разница в значениях параметров экстерьера) с 95%-ным доверительным интервалом по сравнению с гомозиготой по альтернативному аллелю.

Для проведения ассоциативных исследований с помощью пакета SNPAssoc в программной среде R использовали функцию WGassociation. Для проверки наличия «ген-ген» взаимодействий использовали функцию interactionPval (Phen, data=data, model='co'). Выполнены ассоциативные тесты по трем проекциям таза: высота в крестце, ширина в маклоках, ширина в седалищных буграх; а также оценка наличия «ген-ген» взаимодействия по каждому из экстерьерных параметров. Для более детального изучения комбинаций аллелей, имеющих вклад в формирование признака с учетом «ген-ген» взаимодействий, была построена линейная модель: $\text{lm}(\text{"Phen"} \sim \text{"SNP1"}, \text{"*"}, \text{"SNP2"}, \text{data=data})$. Для эпистатических отношений она представляет собой перебор каждой комбинации генотипов и определение для каждой из таких комбинаций среднего значения по фенотипу. При выполнении каждого анализа выполнена post-hoc поправка Бонферрони.

Результаты исследования. Определено, что для голштинских коров средние значения и стандартные отклонения для высоты в крестце равны 161,7±5,3 см; для ширины в маклоках — 41,1±3,9 см; для ширины в седалищных буграх — 22,4±2,1 см.

Показано, что большие значения ширины таза обеспечивают достаточно места для благополучного вынашивания плода и легкого отела, а также необходимое пространство между задними конечностями для более объемного чашеобразного вымени [21]. Таким образом, благоприятным фенотипом считаются большие значения каждого из трёх параметров экстерьера.

Таблица 1

Олигонуклеотиды, использованные в данном исследовании для генотипирования крупного рогатого скота

SNP, локализация и геномный контекст	Олигонуклеотиды	Ампликон, п.н.	Источник
rs133674837 6:21766662 <i>BDH2</i>	F, AAAGAAGGTGCCAAAGT	91	Данное исследование
	R, TCAAGCTATGGAGGTGCT		
	P1, [R6G]ATCAATGACTCCAAACT[BHQ1]		
	P2, [ROX]ATATCAATGAATCCAAACT[BHQ2]		
rs41567027 6:43657946 <i>PPARGC1A</i>	F, CACTAGAAAGCACACTTCA	197	Данное исследование
	R, AACTTGGCTGTGTGGAA		
	P1, [R6G]AGAAGCCGCAAGGTCA[BHQ1]		
	P2, [ROX]CAGAAGCTGCAAGGTCA[BHQ2]		
rs109279094 6:45175137 <i>PPARGC1A</i>	F, ACTAAACCTCTGTCTT	338	Данное исследование
	R, GATTGTGTCAGTCTCT		
	P1, [R6G]TCCCCAGACTCATAA[BHQ1]		
	P2, [ROX]CTCCCCTAGACTCATAAC[BHQ2]		
rs109611915 6:88739941 <i>GC – NPFFR2</i>	F, CCTTGTAATGCAGAATCCAC	132	Данное исследование
	R, GAACCAAACGTTGACCTGAT		
	P1, [R6G]TCATTTTGCAGATAACAGAAC[BHQ1]		
	P2, [ROX]TTCATTTTGAAGATAACAGAACTA[BHQ2]		
rs110347054 6:88751491 <i>GC – NPFFR2</i>	F, GGAGCTGGGATTGATGCCTAC	226	[14]
	R, AAGAAAATCA+CA+CTTCAAAGGATA		
	P1, [ROX]CCTACTCCCTC+G+CTGGGTG[BHQ2]		
	P2, [Cy5]CCTACTCCCTCC+G+CTGGGTG[BHQ2]		
rs109452259 6:88800322 <i>GC – NPFFR2</i>	F, GCAAAAACACAATATGCTGGAT	415	[16, 15]
	R, AGGTCAAACAATAACAGTGG		
	P1, [ROX]CTTGTC+A+A+CTT+C+CA[BHQ2]		
	P2, [FAM]CTTGTC+A+C+CTTCCA[BHQ1]		
rs137396952 6:88817457 <i>GC – NPFFR2</i>	F, ATGCAGCAGAAACAAGGGTTAAA	225	[17]
	R, GTACAGCCACTGTGCAACAAC		
	P1, [HEX]GA+TT+CAGCATG+G+T+G+TCAG[BHQ2]		
	P2, [Cy5]GATT+CAGCATG+G+C+G+TCAG[BHQ3]		
rs134055603 6:88832335 <i>GC – NPFFR2</i>	F, GACAAGGCTTTTGTAGGTGAAA	316	[17]
	R, CAAAGCAACCACACAATGTTG		
	P1, [HEX]CAT+TT+TCT+T+A+GA+CT+T+CTG[BHQ1]		
	P2, [Cy5]CATTTTCT+T+G+GA+CT+T+CTG[BHQ3]		
rs134668940 6:88838658 <i>GC – NPFFR2</i>	F, GGCAGAGAACTTGACT	276	Данное исследование
	R, AGTATCTTG+GCCTCTT		
	P1, [R6G]AGAATAGCACATGGCACA[BHQ1]		
	P2, [ROX]TAGAATAGCAAATGGCACATA[BHQ2]		
rs110352004 6:88948552 <i>GC – NPFFR2</i>	F, GTAGGGATT+GAT+GC+CCTTGAA	232	[14]
	R, TACAATA+CA+C+CATAT+CTTTTCATCC		
	P1, [HEX]AA+TA+C+GTAC+AA+CACT+CT+T[BHQ1]		
	P2, [ROX]TA+C+GTAC+GA+CACTCTGT[BHQ2]		
rs109529386 25:26982725 <i>LOC100847190 – ZNF688</i>	F, ACTAAAGATCCCACGTGCTA	500	Данное исследование
	R, GTCTTACTACTGTCCCCACA		
	P1, [R6G]AAGGTGCCACAGCCAGA[BHQ1]		
	P2, [ROX]AGGTGCCGAGCCA[BHQ2]		
rs43038601 18:57032285 <i>TRNAG-UCC – TRNAG-UCC</i>	F, TGATAACACGTACA+GAGT	180	Данное исследование
	R, CAATAAGGCGATTTCGTGG		
	P1, [R6G]TGGTGTCTCGGTTGC[BHQ1]		
	P2, [ROX]TGTCTAGGTTGCTTTTACTG[BHQ2]		
rs41255693 26:21272422 <i>SCD1</i>	F, CCCTTATGACAAGACCATCAACC	90	[18]
	R, GACGTGGTCTTGCTGTGGACT		
	P1, [FAM]CTTACCCACAGCTCCCA[BHQ1]		
	P2, [HEX]TACCCGAGCTCCC[BHQ1]		

Обнаружены значимые эффекты SNP rs109452259 на значение ширины в маклоках для голштинских коров по кодоминантной, доминантной и log-аддитивной моделям наследования. Наименьшее значение AIC для rs109452259 по доминантной модели наследования, причем генотипы C/A и A/A имеют разницу с C/C, равную 2,17 см; значение $p=0,0006$.

Интересная особенность, выявляемая в ходе изучения наследования того или иного фенотипа, заключается в наличии «ген-ген» взаимодействий полиморфизмов. В данном исследовании определено наличие эпистатических отношений для пар полиморфизмов rs134055603 – rs43038601 и rs134055603 – rs137396952 по кодоминантной модели наследования (рис. 1). Уровень значимости для них скорректирован: уровень $\alpha < 0,00032$.

Статистически значимое наличие эпистатических взаимосвязей выявлено для полиморфизма rs134055603. Данный SNP имеет значимый положительный вклад в высоту крестца только при наличии аллеля A* в генотипе по полиморфизму rs43038601, а его отсутствие (комбинация G/G и C/C по rs134055603 и rs43038601 соответственно) имеет отрицательный эффект по фенотипу (рис. 2). Стоит отметить, что количество особей с генотипом A/A по полиморфизму rs43038601 по каждой из трех комбинаций ≤ 3 . Таким образом, интерпретация данных комбинаций генотипов невозможна. Для других шести комбинаций выборка на каждую из них составляет ≥ 10 .

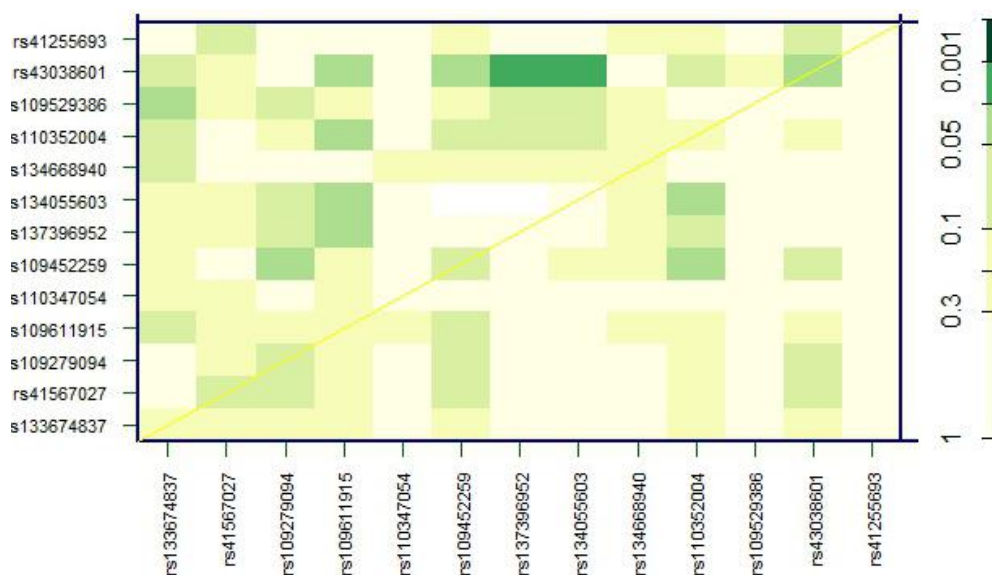


Рис. 1. Скрининг на наличие эпистатических и аддитивных взаимодействий полиморфизмов при наследовании высоты в крестце для коров голштинской породы

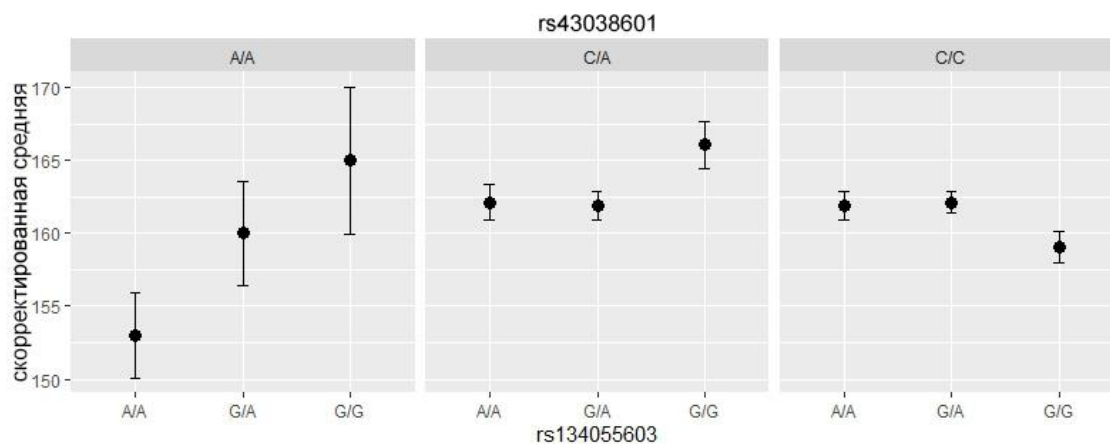


Рис. 2. График с сеткой фасетов для объединенных выборок коров голштинской породы по отношению к высоте в крестце для эпистаза rs134055603 и rs43038601. Скорректированный $R^2 = 0,0923$. F-критерий = 2,957. Значение $p < 0,0043$

Противоположный характер эпистатических отношений выявлен для rs134055603 с полиморфизмом rs137396952. Комбинация аллеля A* в генотипе rs134055603 и аллеля C* в генотипе rs137396952 имеет

положительный эффект по отношению к высоте в крестце (рис. 3). Стоит повторить, что количество особей с генотипом A/A по полиморфизму rs43038601 по каждой из трех комбинаций ≤ 3 .

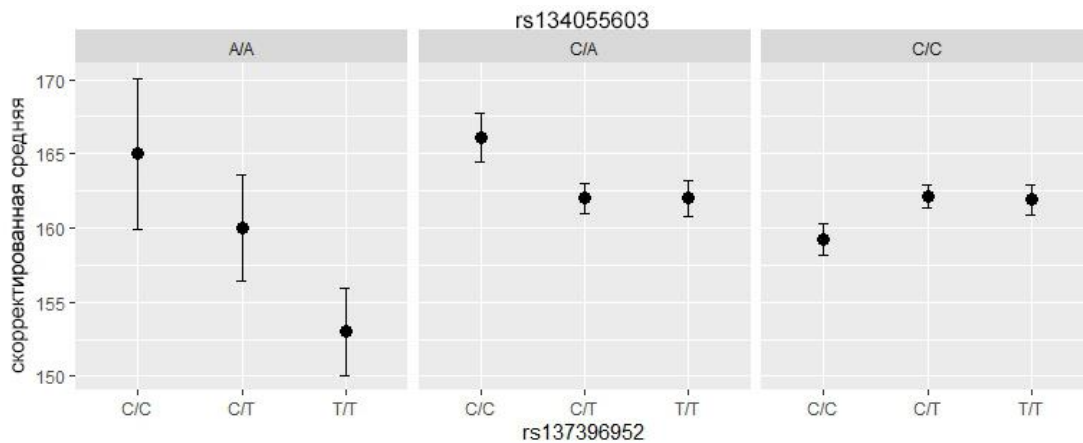


Рис. 3. График с сеткой фасетов для объединенных выборок коров голштинской породы по отношению к высоте в крестце для эпистаза rs134055603 и rs137396952. Скорректированный R2 = 0,0902. F-критерий = 2,909. Значение p < 0,0049

Обсуждение и заключение. В ходе исследования 155 голов крупного рогатого скота голштинской породы определены средние значения и стандартные отклонения для высоты в крестце (161,7±5,3 см), ширины в маклоках (41,1±3,9 см) и ширины в седалищных буграх (22,4±2,1 см). Проведено генотипирование каждой особи по 13 полиморфизмам. Выявлено, что для коров голштинской породы при генотипировании по rs109452259 желательно проводить отрицательный отбор по аллелю C* для повышения показателя ширины в маклоках. Обнаружено эпистатическое взаимодействие для rs134055603 и rs43038601, вероятно, с синергическим характером для генотипа G/G и C/A соответственно. Обнаружено эпистатическое взаимодействие

для rs134055603 и rs137396952, вероятно, с синергическим характером для генотипа C/A и C/C соответственно. Полученные данные достоверны для статистически наблюдаемого взаимодействия, подтверждение биологических механизмов требует дополнительных функциональных исследований.

К потенциальным ограничениям исследования следует отнести возможное влияние неучтенных смешивающих факторов. К числу таких факторов могут относиться вариабельность внутри исследуемых групп по возрасту животных, живой массе, номеру лактации и происхождению (сельскохозяйственной организации). Их наличие могло оказать влияние на полученные результаты и их последующую интерпретацию.

Список литературы / References

1. Peng Ch, Cao Sh, Li Sh, Bai T, Zhao Z, Sun W. Automated Measurement of Cattle Dimensions Using Improved Keypoint Detection Combined with Unilateral Depth Imaging. *Animals*. 2024;14(17):2453. <https://doi.org/10.3390/ani14172453>
2. Zhang Zh, Yang J, Yao Y, Wang D, Lu X, Yang Zh. Body Conformation Traits in Early-Lactation Associated with Clinical Mastitis and Lameness in Lactating Chinese Holstein Cows. *BMC Veterinary Research*. 2024;20(1):85. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-03931-1>
3. Gibson MJ, Adams BR, Back PJ, Hickson RE, Dittmer KE, Rogers CW. Live Weight and Bone Growth from Birth to 23 Months of Age in Holstein–Friesian, Jersey and Crossbred Heifers. *Dairy*. 2022;3(2):333–344. <https://doi.org/10.3390/dairy3020026>
4. Schmidtman C, Segelke D, Bennewitz J, Tetens J, Thaller G. Genetic Analysis of Production Traits and Body Size Measurements and Their Relationships with Metabolic Diseases in German Holstein Cattle. *Journal of Dairy Science*. 2023;106(1):421–438. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22363>
5. Bila L, Tyasi TL, Fourie P, Katikati A. Classification and Regression Tree Analysis to Predict Calving Ease in Sussex Heifers Using Pelvic Area Dimensions and Morphological Traits. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2021;8(1):164–172. <https://doi.org/10.5455/javar.2021.h499>
6. Sawa A, Bogucki M, Krężel-Czopek S, Neja W. Association between Rump Score and Course of Parturition in Cows. *Archiv Tierzucht (Archives Animal Breeding)*. 2013;56(81):816–822. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-56-081>
7. Crociati M, Sylla L, De Vincenzi A, Stradaoli G, Monaci M. How to Predict Parturition in Cattle? A Literature Review of Automatic Devices and Technologies for Remote Monitoring and Calving Prediction. *Animals*. 2022;12(3):405. <https://doi.org/10.3390/ani12030405>
8. Nayeri S, Sargolzaei M, Abo-Ismael MK, Miller S, Schenkel F, Moore SS, Stothard P. Genome-Wide Association Study for Lactation Persistency, Female Fertility, Longevity, and Lifetime Profit Index Traits in Holstein Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*. 2017;100(2):1246–1258. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11770>

9. Abo-Ismael MK, Brito LF, Miller SP, Sargolzaei M, Grossi DA, Moore SS, et al. Genome-Wide Association Studies and Genomic Prediction of Breeding Values for Calving Performance and Body Conformation Traits in Holstein Cattle. *Genetics, Selection, Evolution*. 2017;49:82. <https://doi.org/10.1186/s12711-017-0356-8>
10. Jiang J, Li M, Prakapenka D, VanRaden PM, Cole JB, Da Y. A Large-Scale Genome-Wide Association Study in U.S. Holstein Cattle. *Frontiers in Genetics*. 2019;10:412. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00412>
11. Snelling WM, Allan MF, Keele JW, Kuehn LA, McDanel T, Smith TP, et al. Genome-Wide Association Study of Growth in Crossbred Beef Cattle. *Journal of Animal Science*. 2010;88(3):837–848. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2257>
12. Liu R, Fang X, Lu X, Liu Y, Li Y, Bai X, et al. Polymorphisms of the SCD1 Gene and Its Association Analysis with Carcass, Meat Quality, Adipogenic Traits, Fatty Acid Composition, and Milk Production Traits in Cattle. *Animals*. 2024;14(12):1759. <https://doi.org/10.3390/ani14121759>
13. Позовникова М.В., Сердюк Г.Н., Тулинова О.В., Терлецкий В.П., Деметьева Н.В., Митрофанова О.В. Связь полиморфных вариантов гена стеароил-коа-десатураза (SCD1) с хозяйственно ценными признаками в российской популяции коров айрширской породы. *Сельскохозяйственная биология*. 2017;52(6):1139–1147. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2017.6.1139rus>
- Pozovnikova MV, Serdyuk GN, Tulinova OV, Terletskiy VP, Dementeva NV, Mitrofanova OV. Association of Polymorphic Types of Stearoyl-Coa Desaturase Gene (SCD1) with Economically Valuable Traits in Russian Population of Ayrshire Cows. *Agricultural Biology*. 2017;52(6):1139–1147. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2017.6.1139eng>
14. Бытов М.В., Нохрин Д.Ю., Зубарева В.Д., Исаева А. Г., Соколова О. В. Post-GWAS-исследование предрасположенности коров разных пород к маститу. *Аграрный вестник Урала*. 2024;24(12):1648–1672. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-12-1648-1672>
- Bytov MV, Nokhrin DYu, Zubareva VD, Isaeva AG, Sokolova OV. Post-GWAS Study of the Predisposition of Cows of Different Breeds to Mastitis. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024;24(12):1648–1672. (In Russ.) <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-12-1648-1672>
15. Бытов М.В., Зубарева В.Д., Вольская С.В., Исаева А.Г., Нохрин Д.Ю., Осипова Ю.А. и др. Генетическое разнообразие пяти пород крупного рогатого скота по SNP-маркерам, ассоциированным с состоянием здоровья. *Генетика*. 2024;60(6):55–61. <https://doi.org/10.31857/S0016675824060056>
- Bytov MV, Zubareva VD, Volskaya SV, Isaeva AG, Nokhrin DY, Osipova YA, et al. Assessing the Genetic Diversity of Five Cattle Breeds Using SNP Markers Associated with Health. *Russian Journal of Genetics*. 2024;60(6):55–61. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0016675824060056>
16. Bytov MV, Zubareva VD, Volskaya SV, Isaeva AG, Nokhrin DY, Osipova YA, et al. Assessing the Genetic Diversity of Five Cattle Breeds Using SNP Markers Associated with Health. *Russian Journal of Genetics*. 2024;60:747–753. <https://doi.org/10.1134/S1022795424700182>
17. Бытов М.В., Соколова О.В., Безбородова Н.А., Красноперов А. С., Исаева А. Г. Методы генотипирования крупного рогатого скота для post-GWAS аннотирования SNPs. *Аграрный вестник Урала*. 2023;235(6):67–75. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-235-06-67-75>
- Bytov MV, Sokolova OV, Bezborodova NA, Krasnoperov AS, Isaeva AG. Cattle Genotyping Methods for Post-GWAS Annotation of SNPs. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023;235(6):67–75. (In Russ.) <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-235-06-67-75>
18. Ковальчук С.Н., Архипова А.Л., Климов Е.А., Скачкова О.А. Способ генотипирования крупного рогатого скота по аллелям 878 СТ гена *scd1* (*rs41255693*) методом ПЦР в режиме реального времени. Патент РФ, № 2744174. 2021.
- Kovalchuk SN, Arkhipova AL, Klimov EA, Skachkova OA. Method for Cattle Genotyping by Alleles 878 of *scd1* (*rs41255693*) Gene by PCR in Real Time. Patent of the Russian Federation No 2744174. 2021. (In Russ.)
19. Solé X, Guinó E, Valls J, Iniesta R, Moreno V. SNPStats: A Web Tool for the Analysis of Association Studies. *Bioinformatics*. 2006;22(15):1928–1929. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl268>
20. González JR, Armengol L, Solé X, Guinó E, Mercader JM, Estivill X, et al. SNPAssoc: an R Package to Perform Whole Genome Association Studies. *Bioinformatics*. 2007;23(5):644–645. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btm025>
21. Боярина О.А., Адушинов Д.С., Лефлер Т.Ф., Линейная оценка экстерьера коров голштинской породы по канадской системе. *Вестник КрасГАУ*. 2025;(221):156–165. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2025-8-156-165>
- Boyarina OA. Linear Assessment of the Exterior of Holstein Cows According To The Canadian System. *Bulletin of KSAU*. 2025;(221):156–165. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2025-8-156-165>

Об авторах:

Максим Владимирович Бытов, аспирант, младший научный сотрудник отдела геномных исследований и селекции животных Уральского научно-исследовательского ветеринарного института, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (620142, Российская Федерация, г. Екатеринбург, а/я 269, ул. Белинского, 112а), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), bytovmaks@mail.ru

Владлена Дмитриевна Зубарева, младший научный сотрудник отдела геномных исследований и селекции животных Уральского научно-исследовательского ветеринарного института, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (620142, Российская Федерация, г. Екатеринбург, а/я 269, ул. Белинского, 112а), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), zzub97@mail.ru

Александр Сергеевич Красноперов, кандидат ветеринарных наук, заведующий лабораторией иммунологии и патобиохимии Уральского научно-исследовательского ветеринарного института, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (620142, Российская Федерация, г. Екатеринбург, а/я 269, ул. Белинского, 112а), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), marafon.86@list.ru

Наталья Александровна Безбородова, кандидат ветеринарных наук, заведующий отделом геномных исследований и селекции животных Уральского научно-исследовательского ветеринарного института, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (620142, Российская Федерация, г. Екатеринбург, а/я 269, ул. Белинского, 112а), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Scopus ID](#), n-bezborodova@mail.ru

Марина Андреевна Печёнкина, лаборант отдела геномных исследований и селекции животных Уральского научно-исследовательского ветеринарного института, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (620142, Российская Федерация, г. Екатеринбург, а/я 269, ул. Белинского, 112а),

Ольга Васильевна Соколова, доктор ветеринарных наук, руководитель Уральского научно-исследовательского ветеринарного института, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (620142, Российская Федерация, г. Екатеринбург, а/я 269, ул. Белинского, 112а), nauka_sokolova@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

М.В. Бытов: разработка методологии, формальный анализ; подготовка первоначального варианта рукописи.

В.Д. Зубарева: проведение экспериментов и сбор данных; подготовка первоначального варианта рукописи.

А.С. Красноперов: проведение экспериментов и сбор данных.

Н.А. Безбородова: проведение экспериментов и сбор данных.

М.А. Печёнкина: редактирование и доработка рукописи.

О.В. Соколова: редактирование и доработка рукописи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Maksim V. Bytov, Postgraduate Student, Junior Research Associate of the Genomic Research and Animal Breeding Department, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (112a, Belinsky Str, P.O. Box 269, Ekaterinburg, 620142, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), bytovmaks@mail.ru

Vladlena D. Zubareva, Junior Research Associate of the Genomic Research and Animal Breeding Department, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (112a, Belinsky Str., P.O. Box 269, Ekaterinburg, 620142, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), zzub97@mail.ru

Alexander S. Krasnoperov, Cand.Sci. (Veterinary), Head of the Laboratory of Immunology and Pathobiochemistry, Ural Research Veterinary Institute, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (112a, Belinsky Str., P.O. Box 269, Ekaterinburg, 620142, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), marafon.86@list.ru

Natalia A. Bezborodova, Cand.Sci. (Veterinary), Head of the Genomic Research and Animal Breeding Department, Ural Research Veterinary Institute, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (112a, Belinsky Str., P.O. Box 269, Ekaterinburg, 620142, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Scopus ID](#), n-bezborodova@mail.ru

Marina A. Pechenkina, Laboratory Assistant of the Genomic Research and Animal Breeding Department, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (112a, Belinsky Str., P.O. Box 269, Ekaterinburg, 620142, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), pn190503@mail.ru

Olga V. Sokolova, Dr.Sci. (Veterinary), Director of the Ural Research Veterinary Institute, Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (112a, Belinsky Str., P.O. Box 269, Ekaterinburg, 620142, Russian Federation), [SPIN-код](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), nauka_sokolova@mail.ru

Claimed Contributorship:

MV Bytov: development of methodology, formal analysis, preparing the draft of the manuscript.

VD Zubareva: conducting experiments and data collection, preparing the draft of the manuscript.

AS Krasnoperov: conducting experiments and data collection.

NA Bezborodova: conducting experiments and data collection.

MA Pechenkina: manuscript editing and refining.

Sokolova OV: manuscript editing and refining.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 12.01.2026

Поступила после рецензирования / Reviewed 06.02.2026

Принята к публикации / Accepted 09.02.2026

САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА, ЭКОЛОГИЯ, ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА И БИОБЕЗОПАСНОСТЬ

SANITARY, HYGIENIC, ECOLOGICAL, VETERINARY-SANITARY EXAMINATION AND BIOLOGICAL SAFETY



УДК:

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-50-62>

Неконтролируемый падеж сельскохозяйственных животных в Российской Федерации: государственная проблематика в условиях санкционных ограничений

 Е.О. Миргородская , Ю.Л. Степанова , И.О. Потапенко , А.М. Ермаков 

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

✉ emirgorod@mail.ru

EDN: VORTNY

Аннотация

Введение. Неконтролируемая гибель сельскохозяйственных животных наносит значительный экономический ущерб производителям и создает угрозу продовольственной безопасности государства. В условиях санкционных ограничений и необходимости обеспечения импортонезависимости проблема управления падежом скота в Российской Федерации приобретает особую остроту. Несмотря на наличие статистических данных, в научной литературе недостаточно внимания уделяется комплексному анализу соотношения динамики падежа и поголовья, а также выявлению факторов, приводящих к росту смертности, что определяет актуальность и цель данного исследования.

Материалы и методы. Исследование выполнено на основе данных Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат) за 2019–2023 гг. Использованы методы экономико-статистического анализа, включая анализ динамических рядов, расчет темпов прироста, структурный анализ доли падежа в общем поголовье, а также сравнительный анализ темпов изменения падежа и поголовья по основным видам сельскохозяйственных животных.

Результаты исследования. Выявлено, что критическая ситуация наблюдается в свиноводстве, где доля падежа к поголовью выросла с 32,2 % в 2019 г. до 43,1 % в 2023 г., а также в оленеводстве, где этот показатель достигает 14,9–19,0 %. Установлено, что по большинству групп животных (крупный рогатый скот, свиньи, овцы и козы, лошади) темпы роста падежа значительно превышают темпы роста поголовья, а амплитуда колебаний падежа выше, что свидетельствует о недостаточном уровне управления процессом. Определены ключевые группы факторов, влияющих на падеж: природно-климатические (стихийные бедствия, опасные болезни), технико-организационные (недостаток кормов, неудовлетворительное состояние помещений) и организационно-человеческие (низкая квалификация персонала, несвоевременная ветеринарная помощь).

Обсуждение и заключение. Полученные результаты подтверждают наличие системной проблемы неконтролируемого падежа скота в РФ, требующей перехода от локальных мер к государственному регулированию. Предложен комплекс мероприятий, включающий планирование действий сельскохозяйственной организации при угрозе падежа, развитие системы страхования, усиление государственной поддержки, повышение квалификации работников и расширение статистического учета. Реализация данных мер позволит повысить прогнозируемость динамики поголовья, снизить социально-экономический ущерб от падежа и укрепить продовольственную безопасность страны.

Ключевые слова: падеж скота, Российская Федерация, сельскохозяйственные животные, неконтролируемая смертность, свиноводство, северные олени, крупный рогатый скот, продовольственная безопасность, государственное регулирование, ветеринарный контроль, статистика падежа, ветеринарная интернатура

Для цитирования: Миргородская Е.О., Степанова Ю.Л., Потапенко И.О., Ермаков А.М. Неконтролируемый падеж сельскохозяйственных животных в Российской Федерации: государственная проблематика в условиях санкционных ограничений. *Ветеринарная патология*. 2026;25(1):50–62. <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-50-62>

Uncontrollable Mortality in Agricultural Animals in the Russian Federation: A State-Level Problem in the Context of Sanction Restrictions

Elena O. Mirgorodskaya  ✉, Yulia L. Stepanova , Igor O. Potapenko , Alexey M. Ermakov 

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ emirgorod@mail.ru

Abstract

Introduction. Uncontrollable mortality in agricultural animals causes significant economic damage to the producers, and threatens the national food security. In the context of sanction restrictions, and the need to ensure the independence from import supplies, the problem of livestock mortality control has become particularly acute in the Russian Federation. Although the statistical data are available, the comprehensive analysis of the correlation of livestock mortality and population dynamics, as well as analysis of the factors inducing the growth of mortality are insufficiently presented in the scientific literature. This determines the relevance and purpose of the present study.

Materials and Methods. The study was conducted based on the data of the Federal State Statistics Service of the Russian Federation (Rosstat) for the period of 2019–2023. The methods of economic and statistical analysis were used, including the analysis of time series, calculation of livestock population growth rate, structural analysis of the share of mortality in the total figure of livestock population, and comparative analysis of the mortality and population rate changes in the main groups of agricultural animals.

Results. The situation has been identified as critical in pig farming, where the livestock mortality-to-population ratio has increased from 32.2% in 2019 to 43.1% in 2023, and in reindeer herding, where this indicator has reached from 14.9 to 19.0%. In most of the animal groups (cattle, pigs, sheep, goats, and horses), the mortality growth rate was found to significantly exceed the population growth rate, and the amplitude of mortality fluctuations was higher, indicating the insufficient level of process control. The key groups of factors influencing mortality have been identified: natural and climatic factors (natural disasters, dangerous diseases), technical and organisational factors (feed shortage, unsatisfactory condition of the premises), and organisational and human (low qualified staff, belated veterinary care).

Discussion and Conclusion. The obtained results confirm the existence of a systemic problem of uncontrollable mortality in agricultural animals in the Russian Federation, which requires a transition from the local measures to the State regulation. A set of measures has been proposed, including planning the actions of agricultural enterprises that face the livestock mortality threat, developing an insurance system, strengthening the state support, upgrading employee qualifications, and expanding statistical recording. Implementation of these measures will improve the predictability of livestock population dynamics, reduce the socioeconomic damage caused by the livestock mortality, and strengthen the food security of the country.

Keywords: livestock mortality, Russian Federation, agricultural animals, uncontrollable mortality, pig farming, reindeer, cattle, food security, state regulation, veterinary control, mortality statistics, veterinary internship

For Citation: Mirgorodskaya EO, Stepanova YuL, Potapenko IO, Ermakov AM. Uncontrollable Mortality in Agricultural Animals in the Russian Federation: A State-Level Problem in the Context of Sanction Restrictions. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2026;25(1):50–62 <https://doi.org/10.23947/2949-4826-2026-25-1-50-62>

Введение. Падеж скота — это значимая социально-экономическая проблема не только для отдельно взятых сельскохозяйственных организаций, занимающихся животноводством, но и для государства в целом. Излишняя смертность скота приводит к потерям: сельскохозяйственной продукции животноводческого происхождения; ценного генетического материала животных; вложенных в животноводство трудовых и финансовых инвестиций; к появлению упущенной выгоды из-за невозможности полноценно завершить производственный цикл сельскохозяйственной организации. На уровне государства падеж скота может запустить цепочку инфляционных процессов, которая начнется с

повышения уровня цен на продукцию животноводческого происхождения и потянет за собой рост цен на продукцию в смежных отраслях. Такие процессы имеют высокую степень вероятности, так как спрос на продукцию животноводства из-за ее незаменимости для организма человека не падает, а лишь увеличивается с приростом населения. Неконтролируемый падеж скота может вызвать такие социальные проблемы, как безработица в сфере животноводства и смежных отраслях, серьезные экологические проблемы, связанные с необходимостью утилизации больших объемов туш погибших животных, что представляет реальную угрозу для продовольственной безопасности страны.

Особо важное значение данная проблема имеет в Российской Федерации: сокращение производства говядины приводит к росту цен на этот вид мяса и снижает его доступность для населения, что автоматически ведет к увеличению доли свинины и птицы в рационе, а это может создать проблемы в этих отраслях, если будут иметь место кризисы, подобные кризису в птицеводстве в 2025 г. С другой стороны, это может потребовать увеличения экспорта мяса и мясopодуктов, что создает риски для внутреннего рынка РФ при изменении политико-экономической конъюнктуры. Таким образом, управление уровнем падежа скота имеет жизненно важное значение для развития и повышения рентабельности сельскохозяйственных организаций, для обеспечения экономической, продовольственной и экологической безопасности страны в условиях санкционных ограничений⁶ [1]. Однако несмотря на наличие статистических данных, в научной литературе мало внимания уделяется комплексному анализу соотношения динамики падежа и поголовья, а также выявлению факторов, влияющих на сверхнормативную смертность.

Цель исследования — дать оценку состояния падежа скота сельскохозяйственных организаций в Российской Федерации, выделить факторы, приводящие к сверхнормативному уровню падежа скота, а также предложить мероприятия, повышающие уровень контролируемости падежа скота и снижающие социально-экономический ущерб.

Материалы и методы. Эмпирическую базу исследования составили официальные данные Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат) за период 2019–2023 гг. Ежемесячные и годовые бюллетени «Поголовье скота в хозяйствах всех категорий» использовались для получения сведений о численности сельскохозяйственных животных по видам; бюллетени «Состояние животноводства» — для получения данных о падеже животных в сельскохозяйственных организациях (без субъектов малого предпринимательства). Под падежом скота в работе понимается гибель животного от прямого воздействия определённых факторов (опасные болезни, стихийные бедствия и др.) или от эвтаназии из-за невозможности помочь животному, пострадавшему от перечисленных факторов. Исследование выполнено с применением экономико-статистических методов: проведён анализ динамических рядов абсолютных значений поголовья и падежа за каждый год; рассчитаны цепные темпы изменения

(прироста/снижения) как для поголовья, так и для падежа отдельно по каждому виду животных; выполнен структурный анализ — определена доля падежа в общем поголовье (в процентах), что позволило оценить критичность ситуации. Для каждого вида животных сопоставлены направления и амплитуды колебаний темпов роста поголовья и темпов роста падежа. Превышение темпов падежа над темпами поголовья, разнонаправленность трендов и повышенная волатильность падежа интерпретировались как признаки недостаточной управляемости процессом.

Результаты исследования

Динамика поголовья и падежа скота в Российской Федерации. Для объективной оценки масштабов влияния падежа животных на состояние животноводства необходимо понимать объёмы животноводческой деятельности в стране. Согласно данным Росстата РФ за 2019–2023 гг., наблюдалась положительная динамика роста количества произведенного, выращенного скота и птицы в натуральном выражении (тыс. тонн): наибольший всплеск роста значений данного показателя наблюдался в 2022 г. по сравнению с 2021 г. и составил 6,28 %; в 2023 г. рост составил 2,18 % относительно 2022 г. (рис. 1)⁷.

Анализ таблицы 1 показал, что в 2023 г. по сравнению с 2022 г. поголовье крупного рогатого скота (КРС) уменьшилось на 1,98 %; динамика поголовья коров в 2023 г. по сравнению с 2022 г. составила 2,48 %; отрицательная динамика поголовья за исследуемые годы наблюдалась у лошадей, овец и коз, северных оленей. Положительная динамика роста поголовья наблюдалась у свиней (на 6,85 % в 2022 г. по отношению к 2021 г. и на 3,13 % в 2023 г. по отношению к 2022 г.). В 2023 г. наблюдался рост поголовья верблюдов на 1,88 %, ослов на 20,83 %, мулов и лошаков на 75 % по сравнению с 2022 г.⁸

Анализ таблицы 2 показал рост падежа скота сельскохозяйственных предприятий в 2023 г. по сравнению с 2022 г., который наблюдался по всем группам сельскохозяйственных животных кроме КРС (падеж скота по данной группе уменьшился в 2023 г. по сравнению с 2022 г. на 4,917 %). Наибольший рост падежа в 2023 г. наблюдался по следующим группам животных: верблюды на 73,3 %; овцы и козы на 22,35 %; свиньи на 12,95 %; птицы 12,32 %.

Также в 2023 г. по сравнению с 2022 г. следует отметить рост падежа молодняка скота, особенно у телят северных оленей (на 20,15 %), хотя в предыдущие годы

⁶ Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». Доступ из справ.-правовой системы «Гарант». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения: 09.09.2025)

⁷ Бюллетень «Состояние животноводства» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

⁸ Бюллетень «Поголовье скота в хозяйствах всех категорий» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

происходило постоянное снижение падежа. Также значительно увеличился в 2023 г. падеж ягнят и козлят — на 13,18 %. Положительная динамика постоянного снижения падежа за 2019–2023 гг. отмечается у жеребят,

хотя у взрослых особей в 2023 г. наблюдалось повышение уровня падежа на 2,6 %. Необходимо отметить, что в 2022 г. по большинству групп животных произошло снижение падежа скота, в то время как в 2023 г., наоборот, уровень падежа значительно повысился.⁹

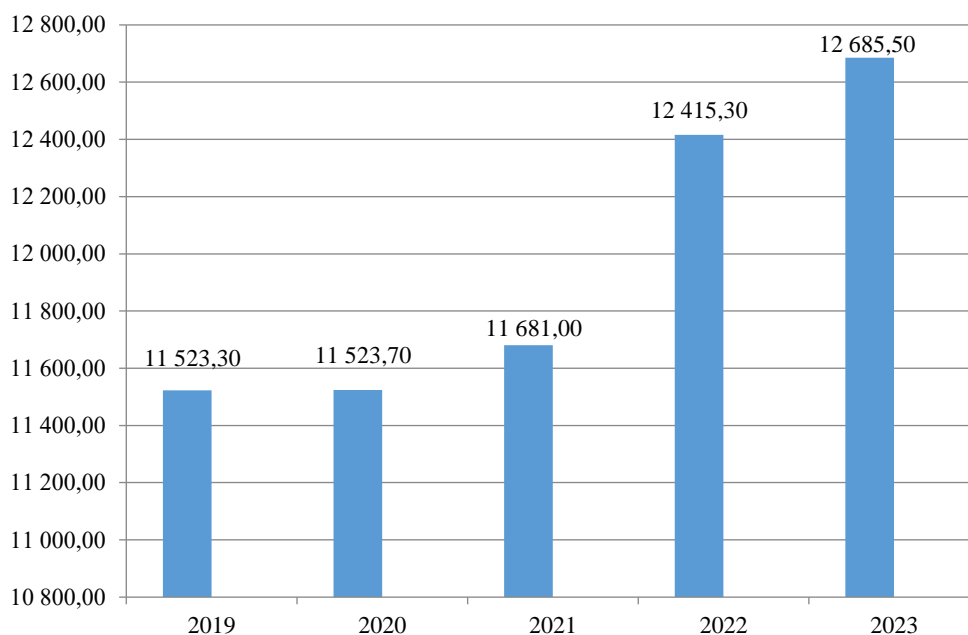


Рис. 1. Количество произведенного, выращенного скота и птицы в РФ за 2019–2023 гг., тыс. тонн

Таблица 1

Динамика поголовья скота в сельскохозяйственных организациях РФ за 2019–2023 гг.

Поголовье скота, тыс. голов	2019	2020	2021	2022	2023	Темпы изменения			
						2020/2019	2021/2020	2022/2021	2023/2022
Крупный рогатый скот	8107,5	8123,8	7978,6	7 959,7	7 801,9	0,20	-1,79	-0,24	-1,98
в т.ч. коровы	3274,1	3270,8	3227,5	3 227,4	3 147,4	-0,10	-1,33	-0,003	-2,48
Свиньи	22418,5	23311,3	24005,2	25 650,2	26 453,7	3,98	2,98	6,85	3,13
Овцы и козы	3552,2	3237,7	3115,7	3 170,4	3 098,9	-8,85	-3,77	1,76	-2,25
Лошади	262,4	251,4	238,5	229,7	219,4	-4,18	-5,12	-3,72	-4,46
Северные олени	904,1	881,7	869,2	920,6	890,6	-2,47	-1,42	5,91	-3,25
Верблюды	4547	4585	4319	3889	3962	0,84	-5,80	-9,96	1,88
Ослы	37	23	102	96	116	-37,84	343,4	-5,88	20,83
Мулы и лошаки	10	5	2	4	7	-50,00	-60,00	100,0	75,00

⁹ Бюллетень «Состояние животноводства» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

Динамика падежа скота в сельскохозяйственных организациях РФ за 2019–2023 гг.

Падеж, тыс. голов	2019	2020	2021	2022	2023	Темпы изменения			
						2020/ 2019	2021/ 2020	2022/ 2021	2023/ 2022
Крупный рогатый скот	166,9	167	197,6	211,5	201,1	0,060	18,323	7,034	–4,917
Коровы	10,6	11	19,1	5,5	6	3,774	73,636	–71,204	9,091
Свиньи	7 211,1	8 450,5	9 598,80	10087,0	11393,3	17,187	13,589	5,086	12,950
Овцы и козы	101,9	103,5	113,9	92,6	113,3	1,570	10,048	–18,701	22,354
Лошади	3119	2460	2681	1917	1967	–21,129	8,984	–28,497	2,608
Северные олени	172	150,3	141,9	121,9	133	–12,616	–5,589	–14,094	9,106
Верблюды	56	50	63	45	78	–10,714	26,000	–28,571	73,333
Птицы	192 160,00	222 656,00	229 525,30	224 702,30	252 387,30	15,870	3,085	–2,101	12,321
Падеж молодняка скота, тыс. голов									
Телята	108,1	105,2	104,2	98,8	108,5	–2,683	–0,951	–5,182	9,818
Поросята	5 449,7	6 194,7	6 805,4	7 464,0	8 241,7	13,670	9,858	9,678	10,419
Ягнята и козлята	48,6	45,6	45,9	47,8	54,1	–6,173	0,658	4,139	13,180
Жеребята	1295	799	799	604	532	–38,301	0,000	–24,406	–11,92
Телята северных оленей	64,2	54,8	51,8	40,2	48,3	–14,642	–5,474	–22,394	20,149

Проведём анализ соотношения падежа и поголовья скота за 2019–2023 гг. (рис. 2 и 3).

На рис. 2 представлена доля падежа к общему поголовью скота по различным группам животных за 2019–2023 гг. Анализ показал, что по таким группам сельскохозяйственных животных, как «верблюды», «лошади» и «коровы» доля падежа не превышала 2 %, т. е. ущерб от падежа был не критичен. Положительной тенденцией является снижение значений рассматриваемого показателя по группам «коровы» и «лошади» в 2023 г. по сравнению с предыдущими годами.

Доля падежа по группам «КРС» и «овцы и козы» к общему поголовью по данным группам за исследуемые годы находилась в диапазоне 2–4 %.

Возможен значительный ущерб сельскохозяйственных организаций по группе «северные олени», так как доля падежа в данной группе за исследуемый период колебалась в диапазоне 13,24 % в 2022 г. до 19,03 % в 2019 г. Положительной тенденцией является снижение доли падежа к общему поголовью в 2022–2023 гг. по сравнению с 2019–2021 гг.

Наиболее критичная ситуация наблюдалась в группе животных «свиньи»: диапазон доли падежа свиней к их общему поголовью очень высокий, к тому же наблюдалась негативная тенденция повышения с 32,17 % в 2019 г. до 43,07 % в 2023 г. С учетом того, что свиньи — наиболее многочисленная группа в общем поголовье сельскохозяйственных животных, и свинина весьма востребована на продовольственном рынке, такие высокие уровни падежа свидетельствуют о значительном ущербе как на уровне сельскохозяйственных организаций, так и на уровне государства.^{10,11}

Еще одной негативной тенденцией в животноводстве является превышение темпов роста падежа над темпами роста поголовья. Такая ситуация прогнозирует дальнейшее повышение уровня падежа, а также снижение поголовья скота и потенциальных возможностей воспроизводства стада. На рис. 3 (а–ж) проиллюстрировано соотношение темпов изменения падежа с темпами изменения поголовья по каждой из рассматриваемых в данной работе групп сельскохозяйственных животных.

¹⁰ Бюллетень «Поголовье скота в хозяйствах всех категорий» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

¹¹ Бюллетень «Состояние животноводства» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

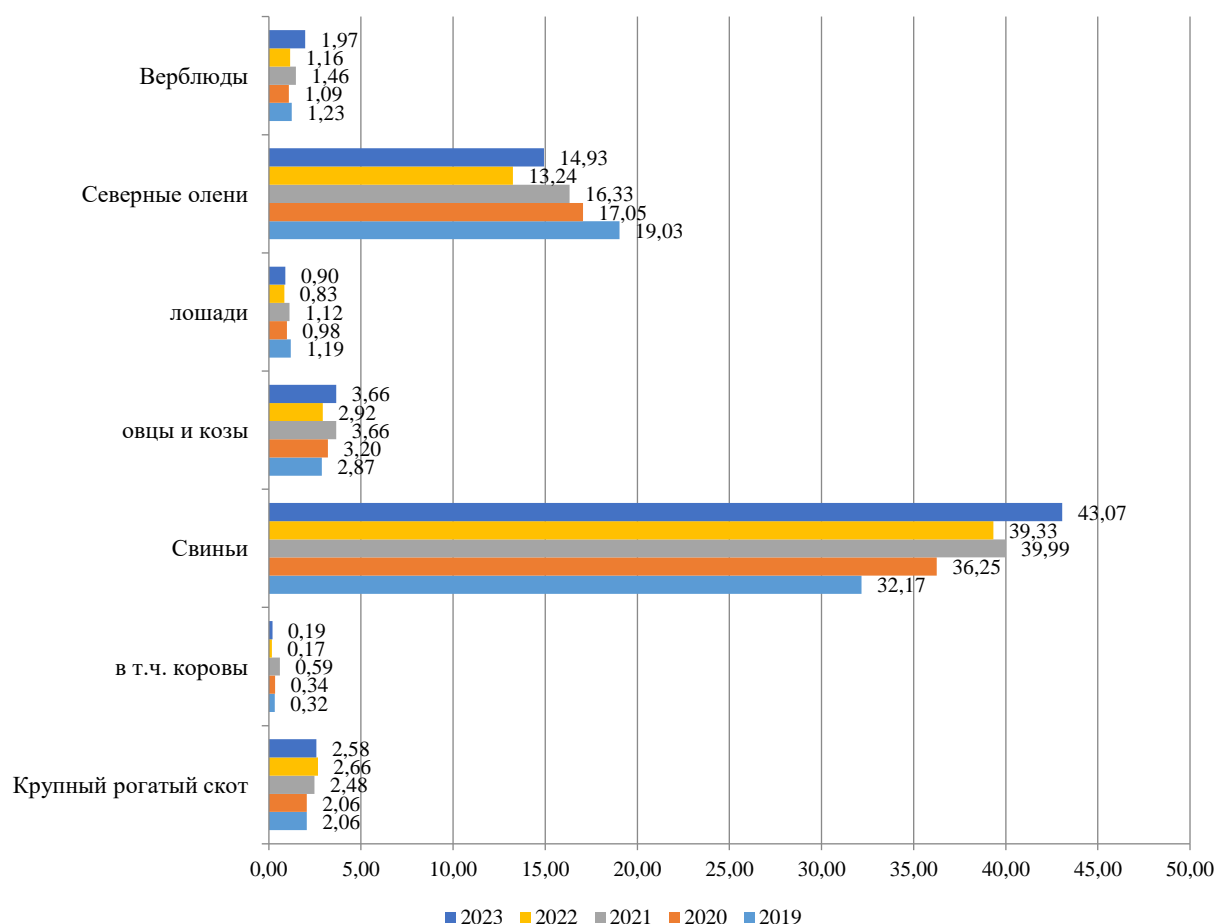


Рис. 2. Доля падежа к общему поголовью скота по различным видам сельскохозяйственных животных в РФ за 2019–2023 гг.

Согласно рис. 3 темпы изменения поголовья КРС незначительны и колеблются от 0,2 % в 2019 г. до –1,98 % в 2023 г. Наблюдается большой разрыв между темпами изменения поголовья КРС и темпами изменения его падежа, что может свидетельствовать о неконтролируемости падежа КРС.^{12,13} Ситуацию усугубляет то, что за исключением 2023 г. рост падежа скота про-

исходит на фоне уменьшения его поголовья. Это может привести к серьезным проблемам в рамках данной группы животных и способствовать резкому уменьшению говядины и телятины, а также молока и молочных продуктов, которые входят в потребительскую корзину и занимают значительную долю в структуре продуктов питания.

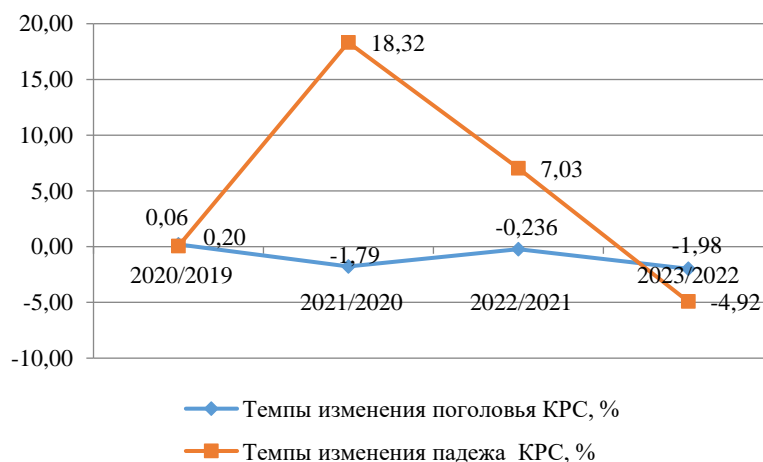


Рис. 3. Темпы изменения поголовья и падежа КРС в сельскохозяйственных организациях РФ за 2019–2023 гг.

¹² Бюллетень «Состояние животноводства» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

¹³ Бюллетень «Поголовье скота в хозяйствах всех категорий» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

Рис. 4 наглядно подтверждает тот факт, что амплитуда колебаний темпов изменения падежа коров намного шире амплитуды колебания темпов изменения поголовья. Более того, по данным Росстата, поголовье крупного и мелкого рогатого скота продолжает сокращаться: за первые полгода 2025 г. численность КРС снизилась на 4,1 % по сравнению с аналогичным периодом 2024 г., а коров — на 3,7 %^{14,15,16} Согласно рис. 5 на протяжении всего периода, кроме 2022 г., темпы роста падежа свиней значительно превышают темпы роста поголовья. Также следует отметить более

резкую амплитуду темпов изменения падежа свиней по сравнению с темпами изменения их поголовья. Это особенно опасно с учетом того, что доля падежа свиней по отношению к их поголовью больше 40 % в 2023 г., и свиньи являются наиболее многочисленной группой сельскохозяйственных животных.^{17,18}

Анализ рис. 6 показал, что в 2020, 2021 и 2023 гг. наблюдалось повышение падежа овец и коз на фоне снижения поголовья. При этом темпы изменения падежа овец и коз имели более значительную амплитуду, чем темпы изменения поголовья.^{19,20}

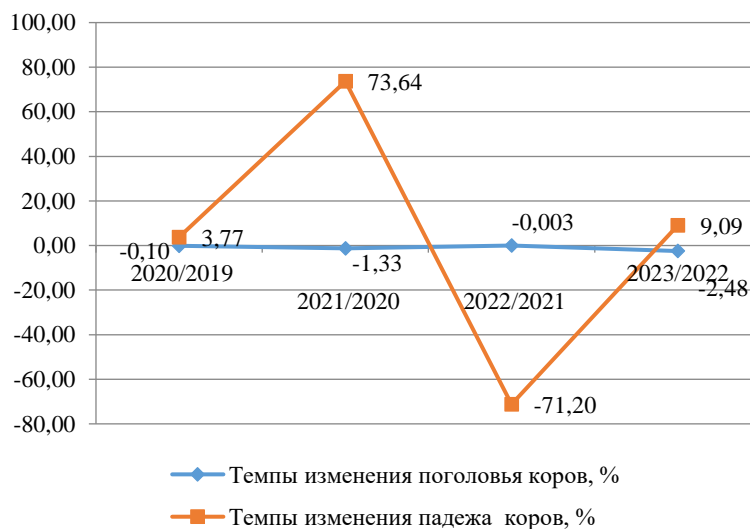


Рис. 4. Темпы изменения поголовья и падежа коров в сельскохозяйственных организациях РФ за 2019–2023 гг.



Рисунок 5. Темпы изменения поголовья и падежа свиней в сельскохозяйственных организациях РФ за 2019–2023 гг.

¹⁴ Животноводство: итоги I полугодия 2025 г. Агротренд. Электронный ресурс URL: <https://agrotrend.ru/news/52775-zhivotnovodstvo-itogi-i-polugodiya-2025-g> (дата обращения: 14.02.2026).

¹⁵ Бюллетень «Состояние животноводства» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

¹⁶ Там же.

¹⁷ Бюллетень «Поголовье скота в хозяйствах всех категорий» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

¹⁸ Бюллетень «Состояние животноводства» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

¹⁹ Бюллетень «Поголовье скота в хозяйствах всех категорий» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

²⁰ Бюллетень «Состояние животноводства» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

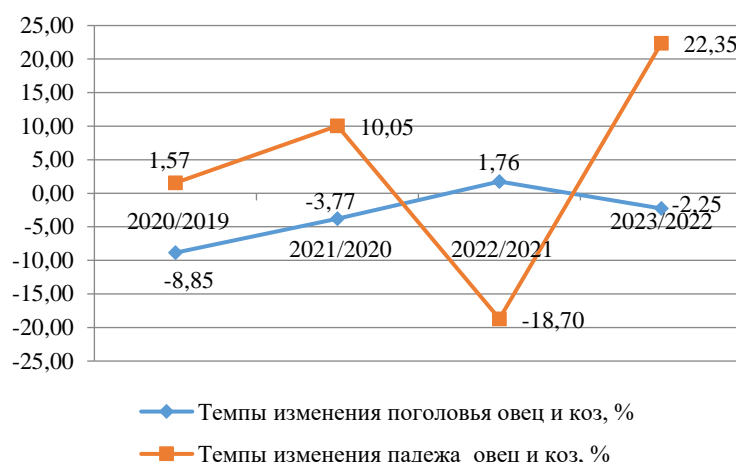


Рис. 6. Темпы изменения поголовья и падежа овец и коз в сельскохозяйственных организациях РФ за 2019–2023 гг.

Анализ рис. 7 также показал значительную амплитуду темпов изменения падежа лошадей по сравнению с темпами изменения поголовья.^{21,22} Однако необходимо учесть, что количество поголовья в данной группе значительно больше падежа, в таком случае изменения в падеже будут более заметны и амплитудны по сравнению с поголовьем.

Динамика темпов изменения падежа северных оленей в сельскохозяйственных организациях РФ за исследуемый период нестабильна (рис. 8): в 2022 г. наблюдалось резкое снижение темпов падежа по отношению к 2021 г. (до -14,09 %); а в 2023 г. по отношению к 2022 г. уже наблюдался значительный рост темпов падежа в данной группе животных.²³ Темпы изменения поголовья север-

ных оленей более медленны и предсказуемы. Следует отметить, что доля падежа оленей к общему поголовью скота значительна: так, за исследуемые годы она достигала 19,03 % в 2019 г., в 2023 г. составила 14,93 %.²⁴ Категория «северные олени» является немногочисленной в общем поголовье сельскохозяйственных животных, поэтому повышение уровня падежа в этой группе может привести к снижению возможностей воспроизводства стада северных оленей.

В группе животных «верблюды» (рис. 9) также наблюдалось значительное колебание темпов изменения падежа, не соответствовавшее направлению изменения поголовья верблюдов в большинстве исследуемых лет.^{25,26}



Рис. 7. Темпы изменения поголовья и падежа лошадей в сельскохозяйственных организациях РФ за 2019–2023 гг.

²¹ Там же.

²² Бюллетень «Поголовье скота в хозяйствах всех категорий» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

²³ Бюллетень «Состояние животноводства» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

²⁴ Бюллетень «Поголовье скота в хозяйствах всех категорий» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

²⁵ Там же.

²⁶ Бюллетень «Состояние животноводства» за 2019–2023 гг. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 12.02.2024)

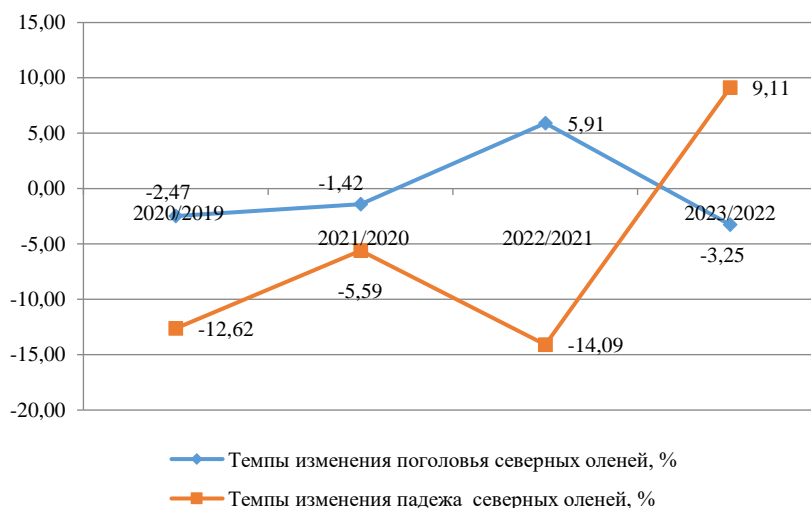


Рис. 8. Темпы изменения поголовья и падежа северных оленей в сельскохозяйственных организациях РФ за 2019–2023 гг.



Рис. 9. Темпы изменения поголовья и падежа верблюдов в сельскохозяйственных организациях РФ за 2019–2023 гг.

Основные факторы, влияющие на повышение уровня падежа скота. Авторами выявлены факторы, влияющие на падеж животных в сельскохозяйственных организациях РФ, и соответствующие им причины (таблица 2).

Анализ факторов позволяет обобщить и обозначить проблематику, которая приводит к этим ситуациям. В первую очередь, производство мяса и молока часто оказывается убыточным вследствие разных причин, что приводит к сокращению инвестиций в данную подотрасль и в дальнейшем — к сокращению дойного и племенного стада. С другой стороны, возникающие на этом фоне финансовые проблемы могут приводить к массовому падежу, как это произошло в птицеводстве в июле 2025 г.: некоторые хозяйства не могли поддерживать операции из-за финансовых дол-

гов, что приводило к гибели птицы. Следует учитывать и существующие скрытые убытки от гибели животных: затраты на утилизацию, недополученная продукция, снижение качества молока и мяса, а также распространение инфекций.

Во-вторых, следует заметить, что сегодня наблюдается халатное отношение к условиям содержания скота и качеству пастбищ, что снижает, конечно, их продуктивность и увеличивает неконтролируемую заболеваемость. Несмотря на принимаемые меры, эпизоотическая ситуация в России остаётся напряжённой. Россельхознадзор в начале 2025 г. сообщил о новых случаях бешенства и лейкоза КРС.²⁷ Прогнозируется, что уровень заболеваемости сибирской язвой в 2025–2026 г. будет зависеть от масштабов вакцинации и мониторинга.

²⁷ Информация от 7 апреля 2025 года по эпизоотической ситуации в РФ. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). Электронный ресурс. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/informacija-ot-7-aprelja-2025-goda-po-jepizooticheskoj-situacii-v-rf/> (дата обращения: 14.02.2026)

Факторы, влияющие на падеж животных в сельскохозяйственных организациях РФ

Причины	Особенности влияния
Фактор внешней среды	
Стихийные бедствия	Часто имеют сезонный характер (наводнения, пожары), что дает возможность спрогнозировать время их возникновения; в большинстве случаев развиваются постепенно, что дает время на осуществление мероприятий по защите животных
Опасные болезни животных	Могут быть легко заразными и быстро распространяться, что требует быстрого оказания ветпомощи и предварительной вакцинации; при серьезных эпидемиях на правительственном уровне выходят постановления о массовом забое животных, которые могут быть поражены болезнью
Технико-организационный фактор	
Недостаток кормов (уровень доступности кормов для животных на выпасе)	Неполноценное и несбалансированное кормление приводит к возникновению заболеваний, нарушениям в развитии плода у стельных животных; недостаток кормов, экономия на них, приводит к недобору веса животных, что снижает выход готовой животноводческой продукции и, соответственно, прибыль сельскохозяйственных организаций
Неудовлетворительное состояние сельскохозяйственных помещений и оборудования	Неудовлетворительные зоогигиенические условия приводят к ухудшению состояния здоровья животных, преждевременной гибели молодняка
Организационно-человеческий фактор	
Недостаточный уровень квалификации и дисциплины работников сельскохозяйственных организаций	Несоблюдение технологий кормления животных, установленных требований к микроклимату животноводческих помещений, отсутствие на рабочих местах дежурных сельскохозяйственных работников приводит к повышению заболеваемости и смертности животных
Несвоевременно оказанная ветеринарная помощь и недостаточная профилактическая работа	Влияние данного фактора возможно в случае нарушения дисциплины персоналом сельскохозяйственных организаций и предписаний по уходу за животными, отсутствием или нарушением сроков вакцинаций
Некачественно оказанная ветеринарная помощь	Недостаточная квалификация ветеринарного врача; халатное отношение к животному в ветклинике; недостаточная обеспеченность необходимыми медицинскими препаратами; использование некачественных, поддельных медпрепаратов; недостаточная обеспеченность оборудованием в ветклинике, в т. ч. диагностическим; неэффективная организация работ в ветклинике [2]

В-третьих, ослабление государственного регулирования этими процессами как на федеральном, так и на региональном и местном уровнях, недостаточная прозрачная и эффективная государственная политика препятствует развитию животноводческих отраслей и не способствует решению имеющихся проблем.

Обсуждение и заключение. Отслеживание причин и тенденций падежа скота на местном и национальном уровнях имеет важное значение для планирования, мониторинга и разработки программ, направленных на снижение уровня смертности сельскохозяйственных животных. Проведённое исследование показало, что в Российской Федерации за период 2019–2023 г. сформировалась устойчивая негативная динамика, характеризующаяся превышением темпов роста падежа над темпами роста поголовья по большинству видов животных, высокой волатильностью показателей смертности и наличием критических зон в свиноводстве и оленеводстве.

Особое внимание необходимо обратить на снижение поголовья в группе крупного рогатого скота (в т. ч. коров) — одной из самых значимых и многочисленных групп, а также в группах лошадей, северных оленей, овец и коз. Если доля падежа пока не превышает 2 % (верблюды, лошади, коровы), речь идёт о допустимом

уровне, однако следует держать его на контроле и разрабатывать мероприятия для недопущения роста в будущем. Отметим, что в группе «овцы и козы» доля падежа к общему поголовью приближается к 4 % и имеет тенденцию к повышению. Настороженность вызывает также рост доли падежа верблюдов в 2023 г.: руководству сельскохозяйственных организаций следует выявить причины данной ситуации и предпринять превентивные меры для недопущения дальнейшего роста этого показателя.

Высокий уровень падежа опасен не только прямыми экономическими потерями, но и снижением потенциальных возможностей воспроизводства стада. Это особенно актуально для северных оленей: доля падежа здесь достигала 19,0 %, и даже при снижении до 14,9 % в 2023 г. ситуация остаётся напряжённой. Критическая ситуация сложилась также в свиноводстве, где доля падежа к поголовью увеличилась с 32,2 % в 2019 г. до 43,1 % в 2023 г. Рекомендуется разработка государственных программ, направленных на снижение смертности поголовья свиней, а также жёсткий контроль за соблюдением дисциплинарных и технологических требований к их выращиванию в сельскохозяйственных организациях, разработка превентивных мероприятий, снижающих уровень падежа животных [3, 4].

Итак, по всем группам исследуемых сельскохозяйственных животных за рассматриваемые годы наблюдались значительные перепады в темпах и направлениях изменения падежа, что свидетельствует о неконтролируемости этого процесса и об отсутствии системного управления им в сельскохозяйственных организациях. Неконтролируемый падеж скота может вызвать эффект каскада, когда убыток в сельском хозяйстве повлечёт за собой наращивание убытка в смежных и зависимых отраслях экономики страны. Государству необходимо взять на себя роль не просто инициатора, а сформировать чёткую программу действий, инструментов и назначить ответственных, чтобы предотвратить катастрофические последствия неуправляемых процессов в этой области. Так, для преодоления вызовов, в том числе достижения импортонезависимости в технологиях и средствах производства, а также решения кадрового вопроса, с текущего

года реализуется национальный проект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». Отмечается, что к 2030 г. Россия должна обеспечивать себя племенным маточным поголовьем молочного крупного рогатого скота на 72 %, племенной продукцией в птицеводстве — на 10 %.

В качестве практических шагов, дополняющих указанные инициативы, мы предлагаем комплекс мероприятий (таблица 3), включающий планирование действий при угрозе падежа, развитие системы страхования скота, усиление государственной поддержки при значительных потерях, повышение квалификации работников, расширение и детализацию статистического учёта падежа с пространственно-временной привязкой, а также активизацию научных разработок в области ветеринарии и экономики животноводства.

Таблица 3

Мероприятия, снижающие социально-экономический ущерб от падежа скота

Мероприятие	Сущность
Планирование действий в случае развития ситуации, вызывающей падеж скота	Зная основные причины падежа скота, необходимо составлять план действий в случае угрозы возникновения неблагоприятных факторов. Это даст работникам сельскохозяйственных организаций возможность без лишней паники оценить опасность ситуации и масштаб возможных потерь и иметь четкий план мероприятий по предотвращению ситуации или снижению ее негативного влияния. Данное мероприятие имеет решающее значение в борьбе с такими причинами падежа скота, как стихийные бедствия и опасные болезни.
Страхование скота	Является эффективным финансовым инструментом, который позволит защитить сельскохозяйственных производителей в случае возникновения внештатных ситуаций, вызывающих массовый падеж скота, а также снизить ущерб от других негативных факторов. Однако программы страхования скота необходимо прорабатывать на государственном уровне [5, 6].
Проверка и тестирование животных в пути и при поступлении в пищевую цепочку	Постоянный контроль за состоянием здоровья животных поможет вовремя выявить отклонения, предпринять меры для стабилизации состояния или изоляции больных животных. Реализация данного мероприятия позволит уменьшить влияние факторов, повышающих уровень падежа скота.
Государственная помощь сельскохозяйственным организациям в случае значительных потерь	Устранение последствий стихийных бедствий и борьба с особо опасными болезнями животных потребует помощи государства, так как социально-экономический ущерб может быть настолько значительным, что сельскохозяйственные организации не смогут самостоятельно решить возникшие проблемы и нормально функционировать [7].
Обучение и постоянное повышение квалификации работников сельскохозяйственных организаций	Знание особенностей управления животноводческим хозяйством, правильное техническое и этическое обращение с животными является ключом к повышению их продуктивности: улучшение условий содержания и ухода снижает стресс животных, что приводит к большему набору веса и улучшению качества мяса, молока и других продуктов животного происхождения; снижает уровень потерь животных из-за несчастных случаев, халатности и невежества персонала. Кроме того, введение интернатуры в ветеринарии открывает новые возможности для повышения качества диагностики: появляется специальность «ветеринарный врач-патологоанатом», благодаря чему совершенствуется посмертное исследование животных, позволяющее точнее устанавливать истинные причины падежа. Корректная диагностика, в свою очередь, создаёт основу для выработки эффективных превентивных мер и целенаправленного снижения смертности скота [8].
Расширение и раскрытие статистических данных о падеже животных и его причинах во временном и пространственном разрезе	Наличие достаточных статистических данных позволит проанализировать причины смертности сельскохозяйственных животных, дать им достоверную и адекватную оценку, направить ресурсы на решение выявленных целевых теоретических и прикладных задач, стоящих перед современным животноводством. Это повысит информированность сотрудников сельскохозяйственных организаций и позволит им принимать более эффективные решения.
Активизация научных разработок в сферах животноводства, ветеринарии, экономики	Наличие целевых научных исследований позволит разрабатывать и внедрять в практику более эффективные методы борьбы с падежом скота в зависимости от влияющего фактора.

Последовательное и постоянное применение этих мер позволит обеспечить контролируемость падежа скота в сельскохозяйственных организациях, повысить прогнозируемость динамики поголовья и, в конечном

счёте, снизить социально-экономический ущерб для государства, укрепив продовольственную безопасность Российской Федерации.

Список литературы / References

1. Жучаев К.В., Кочнева М.Л., Борисенко Е.А. Благополучие продуктивных животных (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2024;59(6):1025–1038. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2024.6.1025rus>
Zhuchaev KV, Kochneva ML, Borisenko EA. Welfare of Productive Animals (Review) Welfare of Productive Animals (Review). *Selskokhozyaistvennaya biologiya (Agricultural Biology)*. 2024;59(6):1025–1038. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2024.6.1025rus>
2. Лапшова О.А., Крамлих О.Ю., Киященко Л.Т., Сапожникова С.М. Совершенствование деятельности ветеринарных служб в целях обеспечения продовольственной безопасности на региональном уровне. *Экономические системы*. 2022;15(3(58)):183–196. <https://doi.org/10.29030/2309-2076-2022-15-3-183-196>
Lapshova OA, Kramlikh OYu, Kiyashchenko LT, Sapozhnikova SM. Improving the Activities of Veterinary Services in Order to Ensure Food Security at the Regional Level. *Economic Systems*. 2022;15(3(58)):183–196. (In Russ.) <https://doi.org/10.29030/2309-2076-2022-15-3-183-196>
3. Киселев В.А., Акимова С.В., Марченко Л.А. Современное состояние и основные тенденции развития молочного животноводства. *Вестник Академии знаний*. 2024;(6(65)):413–418.
Kiselev VA, Akimova SV, Marchenko LA. The Current State and Main Trends in the Development of Dairy Farming. *Vestnik Akademii znaniy (Bulletin of the Academy of Knowledge)*. 2024;(6(65)):413–418. (In Russ.)
4. Криничная Е.П. Современное состояние и проблемы отрасли животноводства в Южном федеральном округе. *Вестник аграрной науки*. 2025;(2(113)):72–83.
Krinichnaya EP. Current State and Problems of the Livestock Industry in the Southern Federal District. *Bulletin of Agrarian Science*. 2025;(2(113)):72–83. (In Russ.)
5. Максимова С.Ю., Мурзалгельдиева Э.Б., Оруджева Л.Ш. Перспективы развития страхования животных сельскохозяйственного назначения. *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2021;(4(126)):47–55.
Maximova SYu, Murzageldieva EB, Orujeva LSh. Prospects for the Development of Agricultural Animal Insurance Use. *Regionalnye problemy preobrazovaniya ehkonomiki (Regional Problems of Economic Transformation)*. 2021;(4(126)): 47–55.
6. Pai J, Ravishanker N. Livestock Mortality Catastrophe Insurance Using Fatal Shock Process. *Insurance: Mathematics and Economics*. 2020;90:58–65.
7. Валеева А.В. Инструменты государственной финансовой поддержки сельского хозяйства, повышение их эффективности. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2023;(5–2(80)):142–144.
Valeeva AV. Instruments for State Financial Support for Agriculture and Increasing Their Efficiency. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2023;(5–2(80)):142–144. (In Russ.)
8. Волков И.К., Потапенко И.О., Ермаков А.М. Интернатура и профессиональные наименования в ветеринарии: правовые риски и пределы допустимого заявления квалификации. *Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии*. 2026;1:47–53. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.1.47>
Volkov IK, Potapenko IO, Ermakov AM. Internship and Professional Titles in Veterinary Medicine: Legal Risks and Limits of Acceptable Qualification Declaration. *Legal Regulation in Veterinary Medicine*. 2026;1:47–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2026.1.47>

Об авторах:

Елена Олеговна Миргородская, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой «Государственное и муниципальное управление» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), emirgorod@mail.ru

Юлия Леонидовна Степанова, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Государственное и муниципальное управление» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), batcukova@mail.ru

Игорь Олегович Потапенко, соискатель, специалист по учебно-методической работе Института живых систем Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1), [SPIN-код](#), [ORCID](#), potapenko@gmail.com

Алексей Михайлович Ермаков, доктор биологических наук, профессор, директор Института живых систем Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), amermakov@yandex.ru

Заявленный вклад авторов:

Е.О. Миргородская: научное руководство, разработка методологии, анализ результатов исследований.

Ю.Л. Степанова: обработка данных, подготовка текста, формирование обсуждений и выводов.

И.О. Потапенко: написание рукописи, формирование заключения.

А.М. Ермаков: научное руководство, формирование основной концепции, формирование обсуждений и выводов.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

About the Authors:

Elena O. Mirgorodskaya, Dr.Sci. (Economics), Professor, Head of the State and Municipal Management Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), emirgorod@mail.ru

Yulia L. Stepanova, Cand.Sci.(Economics), Associate Professor of the State and Municipal Management Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), batcukova@mail.ru

Igor O. Potapenko, Applicant for a Scientific Degree, Educational and Methodological Work Specialist of the Living Systems Institute, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), potapenko@gmail.com

Alexey M. Ermakov, Dr.Sci. (Biology), Professor, Director of the Living Systems Institute, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), [SPIN-код](#), [ORCID](#), [Researcher ID](#), [Scopus ID](#), amermakov@yandex.ru

Claimed Contributorship:

EO Mirgorodskaya: scientific supervision, development of methodology, analysis of the research results.

YL Stepanova: data processing, preparing the text, formulating the Discussion and Conclusion section.

IO Potapenko: writing the manuscript, formulating the conclusions.

AM Ermakov: scientific supervision, formulating the main concept, formulating the Discussion and Conclusion section.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 14.02.2026

Поступила после рецензирования / Reviewed 10.03.2026

Принята к публикации / Accepted 13.03.2026