

ЗНАНИЯ МОЛОДЫХ: НАУКА, ПРАКТИКА И ИННОВАЦИИ

Киров 2026

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЗНАНИЯ МОЛОДЫХ: НАУКА, ПРАКТИКА И ИННОВАЦИИ

Материалы
XXIV Научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием
22–23 апреля 2026 г.

Киров 2026

УДК 63(063)
ББК 49я431

Редакционная коллегия:

Шабалин Н. В. – главный редактор, врио ректора ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, кандидат исторических наук;
Суханова М. С. – научный редактор, врио проректора по науке и инновациям ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, кандидат биологических наук;
Усатова Н. И. – ответственный редактор, заведующий отделом аспирантуры;
Вылегжанин П. Н. – и.о. директора института инженерии и агробиотехнологии, кандидат технических наук;
Лопатин О. П. – и.о. заместителя директора института инженерии и агробиотехнологии, доктор технических наук;
Соболева О. А. – и.о. директора института биологии и ветеринарной медицины, кандидат биологических наук;
Скорнякова О. О. – и.о. заместителя директора института биологии и ветеринарной медицины, кандидат ветеринарных наук;
Шиврина Т. Б. – и.о. директора института экономики, управления и информационных технологий, кандидат экономических наук;
Жукова Ю. С. – и.о. заместителя директора института экономики, управления и информационных технологий по научной работе, кандидат экономических наук.

З-73 Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов XXIV Научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, 22-23 апреля 2026 года / редколлегия: Н. В. Шабалин, М. С. Суханова, Н. И. Усатова [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2026. – 363 с.

УДК 63(063)
ББК 49я431

В сборнике научных трудов конференции «Знания молодых: наука, практика и инновации» представлены статьи молодых ученых, аспирантов и магистрантов по актуальным вопросам и результатам научных исследований.

Материалы конференции сверстаны с электронных оригиналов, предоставленных авторами. Редакционная коллегия сборника не несет ответственность за содержание авторских материалов.

© ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Биологические науки ***9***

Алексеенко Р. А. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОХОТНИЧЬЕГО СОБАКОВОДСТВА В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ: ПОРОДНЫЙ СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОХОТХОЗЯЙСТВАХ ***9***

Алексеенко Р. А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАТАСКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОНЧИХ И ЛАЕК В ОХОТНИЧЬИХ ХОЗЯЙСТВАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ***11***

Гречухин Е. А. ЧИСЛЕННОСТЬ ВОЛКА И ОБЪЕКТЫ ЕГО ДОБЫЧИ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС «ЗАВИДОВО» ***14***

Ерастова А. И., Караванова Д. А. ТРИХИНЕЛЛЕЗ НАЗЕМНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА» В УСЛОВИЯХ ОСТРОВНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ***16***

Захаров Н. В., Ляпунов А. Н. ВИДОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ ВОПРОСЫ ПО ЧАСТИЧНО СОХРАНИВШЕМУСЯ ПОСТКРАНИАЛЬНОМУ СКЕЛЕТУ ***21***

Иванцов А. Л. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОХОТНИЧЬЕГО ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ***23***

Краева Е. В. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СПОРТИВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СПОРТСМЕНОВ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ***26***

Мартусевич А. К., Суровегина А. В., Тащилин К. М., Бадянова В. С., Реснянская В. В. ТЕХНОЛОГИИ БИОКРИСТАЛЛОМНОГО АНАЛИЗА В ОЦЕНКЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ ***30***

Намёткин И. А. ЧИСЛЕННОСТЬ БОБРА В ОХОТНИЧЬЕМ ХОЗЯЙСТВЕ АО «ЛЕПСЕ» ЮРЬЯНСКОГО РАЙОНА ***32***

Пеплов В. А. АККЛИМАТИЗАЦИЯ ЛАНИ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*DAMA DAMA*) В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРВОГО ОПЫТА ***34***

Пеплов В. А. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И БИОТЕХНИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗВЕДЕНИЯ ЛАНИ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*DAMA DAMA*) В ВОЛЬЕРНОМ КОМПЛЕКСЕ БЕЛОРЕЧЕНСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ***36***

Перескокова А. Э., Гвоздева В. А. КОМПЛЕКСНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ФЛОРЫ ТЕРРИТОРИИ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. ПЕЧОРА ***38***

Саламатов П. П. ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ЛЕСНОЙ КУНИЦЫ (*MARTES MARTES*) В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ***41***

Саламатов П. П. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПКАННОГО ПРОМЫСЛА ЛЕСНОЙ КУНИЦЫ (*MARTES MARTES*) В ОХОТНИЧЬЕМ ХОЗЯЙСТВЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ***43***

Хазраткулов А. Х., Чумичова Н. А. РЕИНТРОДУКЦИЯ БУХАРСКОГО ОЛЕНЯ В УСЛОВИЯХ ДАЛЬВЕРЗИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСООХОТНИЧЬЕГО ХОЗЯЙСТВА ***46***

Чопорова М. Ю., Халбаева Л. Б. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРАСНОЙ ПОЛЕВКИ (*MYODES RUTILUS*) ОСТРОВА БЕРИНГА (КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА) ***48***

Технические науки ***53***

Возженников Е. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТОПЛИВ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ***53***

Возженников Е. В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЖИМАЕМОСТИ СМЕСЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ПАЛЬМОВЫМ МАСЛОМ ***61***

Гаврилюк М. Г. АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ БАШЕННЫХ КРАНОВ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ.. ***67***

Гырдымов А. А. ВИДЫ ТОПЛИВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ДВИГАТЕЛЯХ ***71***

Дурсенев С. И. ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТЯГАЧЕЙ С СЕДЕЛЬНО-СЦЕПНЫМ УСТРОЙСТВОМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАК УНИВЕРСАЛЬНОГО АВТОТРАНСПОРТА..... ***75***

Дюкин И. Р. РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОИСКА МЕСТА ОЗЗ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ РАЗВЕТВЛЁННЫХ СЕТЕЙ 6-35 кВ..... ***81***

Зыкина Т. Л. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СТИМУЛЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ В АПК: АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА И ПОТЕРЬ (НА ПРИМЕРЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ) ***85***

Кропачев М. Л. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА ОЧИСТКИ ЗЕРНА С РАЗОМКНУТОЙ ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМОЙ ***89***

Куликов А. В. АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ СОСТАВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ СПИРТО-ТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ..... ***93***

Куликов А. В. ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ ДЛЯ ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ..... ***97***

Лаптев И. А. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА БИОДИЗЕЛЕ..... ***101***

Лаптев И. А. СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ БИОТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ..... ***111***

Наймушин Д. А. ВЫБОР КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЭФФЛЮЕНТА БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ..... ***117***

Наймушин Д. А. КЛАССИФИКАЦИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ПО КОНСТРУКТИВНЫМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ***120***

Наймушин Д. А. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭВАКУАЦИИ В УСЛОВИЯХ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ..... ***124***

Наймушин Д. А. ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА И ВИБРАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ..... ***127***

Наймушин Д. А. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... ***130***

Пилип П. А. ОПИСАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ ДЕТАЛИЗАЦИИ 3D-МОДЕЛИ В ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ..... ***133***

Пилип П. А., Пилип Л. В. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЕТАЛИЗАЦИИ ОБЪЕМНЫХ 3D МОДЕЛЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА..... ***135***

Толстоухова И. А. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ РАЗНОГО ТИПА..... ***138***

Толстоухова И. А. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АНАЛИЗЕ ДАННЫХ С ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЛОЖНЫХ СРАБАТЫВАНИЙ ***142***

Толстоухова И. А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ***145***

Черных А. С. ОБЗОР КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПНЕВМОСИСТЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН ***148***

Чулков С. А. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТАНОЛА И МЕТИЛОВОГО ЭФИРА РАПСОВОГО ***154***

Чулков С. А. ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕВОДА АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА ***161***

Шевченко А. В. СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В РЕЖИМЕ НАСОСА ***166***

Сельскохозяйственные науки ***172***

Бабкин П. А., Соломахина Л. А. АЛГОРИТМЫ НАЗНАЧЕНИЯ МЕСТНОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ПЕРЕДНИХ УВЕИТАХ ***172***

Витте М. В., Соломахина Л. А. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МЕСТНОГО МЕДИКАМЕНТОЗНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕДНИХ УВЕИТОВ ***176***

Володина Е. А. ОСОБЕННОСТИ ФЕРМЕНТАЦИИ ЛЮЦЕРНЫ: РОЛЬ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ***180***

Глазырин И. С. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТРЁХКОМПОНЕНТНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ РОДНИК ПРИКАМЬЯ ***183***

Головина Е. А., Соломахина Л. А. ОПЕРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ СОБАК С ЛЕНИВЫМИ ЯЗВАМИ РОГОВИЦЫ ***187***

Дрозд Н. Б. ДИНАМИКА МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА ФОНЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОАКТИВНОЙ ЖИДКОЙ ДОБАВКИ С ГУМУСОВЫМИ КИСЛОТАМИ ***191***

Дрозд Н. Б. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЦИОНА, А ТАКЖЕ АЗОТА, КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА ЦЫПЛЯТАМИ-БРОЙЛЕРАМИ ПРИ ВЫПАИВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ БИОДОБАВКИ С ГУМУСОВЫМИ КИСЛОТАМИ ***194***

Жуковская Е. Н. МОДУЛЯЦИЯ МИКРОБИОМА РУБЦА ПРОБИОТИЧЕСКИМИ ШТАММАМИ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА МОЛОЧНОГО СКОТА (КРАТКИЙ ОБЗОР) ***197***

Калинкин Д. И. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО (HERACLEUM SOSNOWSKYI) В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ***204***

Калинкин Д. И., Огородова М. В., Тайгунов М. Е. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗЕМЛИ НА ПЕРЕДОВОЙ ЭКОЛОГИИ: КАК ОХРАННЫЕ ЗОНЫ МЕНЯЮТ ЛИЦО АГРАРНОГО ЛАНДШАФТА ***206***

Каткова И. В. ФАКТОРЫ РИСКА ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕПРАВИЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ***211***

Кирчалова В. В. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНО-СЛИВОЧНОГО СПРЕДА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ: ДАННЫЕ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ***220***

Корякин В. А. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОТРАВЛИВАТЕЛЕЙ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ***223***

Красовская Е. Д. ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ НА ФУНКЦИЮ ПРЕДЖЕЛУДКОВ И МИКРОФЛОРУ РУБЦА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА..... ***232***

Кузнецова Д. А. ВЛИЯНИЕ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ В УСЛОВИЯХ МОЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА ***235***

Ламусса Лалле, Ивашкина Н. С., Усатова Н. И., Береснева И. К. ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИШАЙНИКОВ В КАЧЕСТВЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ТЕПЛОКРОВНЫХ И ХОЛОДНОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ ***238***

Михолап А. П., Соломахина Л. А. СИСТЕМНОЕ МЕДИКАМЕНТОЗНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПРИ ГЕРПЕТИЧЕСКОМ ЯЗВЕННОМ КЕРАТИТЕ КОШЕК..... ***241***

Наймушин Д. А. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ В СКОТОВОДСТВЕ ***245***

Нарижная Е. В., Соломахина Л. А. ОСНОВНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ НАЛОЖЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА..... ***249***

Нестерова М. А. ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ..... ***253***

Пакичев А. С., Фомин Дм. С, Фомин Д. С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНУТРИПОЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ***258***

Пилип Л. В., Усатова Н. И. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ КОНСЕРВАНТОВ НА ОСНОВЕ КИСЛОТ ПРИ СИЛОСОВАНИИ КОРМОВ ***262***

Пилип Л. В., Усатова Н. И., Суханова М. С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСЕРВАНТОВ ПРИ СИЛОСОВАНИИ ЛЮЦЕРНЫ..... ***265***

Пилип П. А. БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕЛЕНА В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ И ПРОБЛЕМА СЕЛЕНОДЕФИЦИТА ***268***

Пилип П. А., Пилип Л. В. ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДЕНИЯ ВЯТСКОЙ ПОРОДЫ ЛОШАДЕЙ..... ***271***

Попова О. Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУКУРУЗЫ В РАЦИОНЕ ДОЙНЫХ КОРОВ***274***

Попова О. Д. ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ В КЛЕТОЧНЫХ УСЛОВИЯХ ***279***

Рахимкулова Р. Л. ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА КУР-НЕСУШЕК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «НУКЛЕОСТИМ» ***285***

Секерин К. В. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК В МОЛОКЕ У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СВИНОМАТОК, БОЛЬНЫХ СУБКЛИНИЧЕСКИМ КАТАРАЛЬНЫМ МАСТИТОМ..... ***289***

Семенова Е. В. ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ МАТОЧНОГО ПОГОЛОВЬЯ КАРПА ОБЫКНОВЕННОГО (*CYPRINUS CARPIO*) ПРИ ЖИРОВОЙ ДИСТРОФИИ ПЕЧЕНИ..... ***292***

Семенова Е. В. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАРУШЕНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ МАТОЧНОГО ПОГОЛОВЬЯ КАРПА ОБЫКНОВЕННОГО (CYPRINUS CARPIO) КАК МАРКЕР СИСТЕМНОГО МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СТРЕССА ПРИ ЖИРОВОЙ ИНФИЛЬТРАЦИИ ПЕЧЕНИ ***295***

Сидибе М. Л., Бах А., Кулибали Д., Коне А. К. ВЛИЯНИЕ КОРМЛЕНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ТЕЛОК ПОРОДЫ МОНБЕЛЛАР-ЗЕБУ СМЕШАННАЯ РАСА ***298***

Соболева Е. С. ВЛИЯНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДОЕНИЯ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ В ПЕРИОД РАЗДОЯ В СПК ПЗ «НОВЫЙ»***301***

Соболева Е. С., Дёмина Е. А., Усатова Н. И., Пилип Л. В. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИЛОСА ИЗ СМЕСИ ОДНОЛЕТНИХ И МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ СКВАШИВАНИИ..... ***305***

Соломахина Л. А. ПРИМЕНЕНИЕ БЕТАДИНА 0,2 % ДЛЯ ПРОМЫВАНИЯ ГЛАЗ ПТИЦАМ..... ***307***

Староверова С. И., Соломахина Л. А. ПРИМЕНЕНИЕ ФУЗИДОВОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ЛЕЧЕНИИ НЕОНАТАЛЬНОЙ ОФТАЛЬМИИ..... ***312***

Талпа А. А. МОРФОЛОГИЯ СКЕЛЕТА И ЛИМФОИДНОЙ ТКАНИ БОБРА..... ***315***

Трухина Е. Л. АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ..... ***318***

Ульянова Д. С. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ НАЗЕМНЫХ ДАННЫХ И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В УПРАВЛЕНИИ АГРОПРЕДПРИЯТИЕМ..... ***322***

Усатова Н. И., Пилип Л. В. БИОЛОГИЧЕСКИЕ КОНСЕРВАНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СИЛОСОВАНИИ..... ***325***

Фомин Д. С., Хасанова Г. Р., Фомин Дм. С., Камалетдинова А. А., Позолотин А. А. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ИНВАЗИИ НА УРАЛЕ И НЕОБХОДИМОСТЬ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ И КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)..... ***328***

Часовских О. В., Ивашкина Н. С. ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ИНВАЗИРОВАННЫХ СИФАЦИЯМИ МЫШЕЙ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ НАЗЕМНЫХ И ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ..... ***335***

Якимова А. В., Соломахина Л. А. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СОСУДИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ЛОШАДИ..... ***337***

Якупов М. М., Меженкова К. С. ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ . ***341***

Социальные и гуманитарные науки ***344***

Ливанов Р. В. ЭЛЕКТРОННЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ УСЛУГИ В РОССИИ... ***344***

Обухов Н. С. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ГОВЯДИНЫ В РОССИИ ***348***

Савин Д. А. ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРНЕТ – СТРАХОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ АО «СОГАЗ»..... ***353***

Ситу-Гома Маржи МЕРЫ ПО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ В РОССИЙСКОМ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ..... ***357***

Ульянова Д. С. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АЛГОРИТМОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАЗЕМНОЙ ИНФОРМАЦИИ И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ***360***

Биологические науки

УДК 639.1.081.7:636.7(470.620)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОХОТНИЧЬЕГО СОБАКОВОДСТВА В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ: ПОРОДНЫЙ СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОХОТХОЗЯЙСТВАХ

Алексеенко Р. А. – магистрант 2 курса института биологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты анализа охотничьего собаководства в Краснодарском крае за 2018–2024 гг. Установлено, что наиболее распространёнными породами являются русская гончая (34%), западносибирская лайка (28%) и русская псовая борзая (12%). Выявлено сокращение численности охотничьих собак в общедоступных угодьях на 18% за последние пять лет при росте их количества в вольерных хозяйствах. Определены основные факторы, влияющие на эффективность использования собак в различных природно-климатических зонах края.

Ключевые слова: охотничье собаководство, Краснодарский край, породный состав, гончие, лайки, борзые, натаска

Охотничье собаководство является неотъемлемой частью охотничьего хозяйства Краснодарского края, где традиционно развиты как равнинная охота на зайца и лисицу, так и горно-лесная охота на кабана, косулю и медведя [1, 4, 10]. Собаки различных пород используются для поиска, гона, подачи дичи и выполнения подружейных функций. Различные условия обитания животных [2, 9] создают особенности охот. В последние годы, в связи с сокращением численности кабана из-за африканской чумы свиней (АЧС) и замещением его другими видами охотничьих животных, значительно изменилась структура охотничьего собаководства в регионе [3, 6]. Цель работы – оценить современное состояние охотничьего собаководства в Краснодарском крае, определить породный состав, численность и эффективность использования собак в охотхозяйствах региона.

Материалы и методы. Исследования проводили в период с 2020 по 2025 гг. на территории 12 охотхозяйств Краснодарского края, расположенных в различных природно-климатических зонах (Абинский, Апшеронский, Белореченский, Гулькевичский, Краснодарский, Крымский, Курганинский, Лабинский, Мостовской, Новокубанский, Отрадненский, Северский районы). При сборе материала использованы методы анкетирования егерского состава (n=48), опроса владельцев охотничьих собак (n=127), а также анализа отчётной документации охотпользователей и Кубанского общества охотников и рыболовов [5, 8]. Учитывались следующие параметры: породный состав, общая численность, рабочие качества собак в полевых условиях, участие животных в полевых испытаниях и состязаниях разного уровня. Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных методов вариационной статистики.

Результаты. По итогам исследований общая численность охотничьих собак в Краснодарском крае на 2025 г. оценена в 4850±220 голов. Наиболее распространёнными породами являются: русская гончая (34%, 1650 голов), западносибирская лайка (28%, 1360 голов), русская псовая борзая (12%, 580 голов), дратхаар (8%, 390 голов), курцхаар (6%, 290 голов), такса (5%, 240 голов), а также прочие породы (7%, 340 голов). За пятилетний период (2020–2025 гг.) общая численность охотничьих собак сократилась на 12% (с 5510 до 4850

голов). При этом в общедоступных охотничьих угодьях сокращение составило 18% (с 4010 до 3290 голов), тогда как в вольерных хозяйствах численность, напротив, возросла на 15% (с 1500 до 1560 голов). Распределение пород по природным зонам выглядит следующим образом: в равнинной и предгорной зонах преобладают гончие (44% от всех собак в зоне) и борзые (18%), тогда как в горно-лесной зоне доминируют лайки (52%). Оценка эффективности охоты (доля успешных выездов, завершившихся добычей дичи) показала: с гончими – 67%, с лайками – 74%, с борзыми – 58%, с легавыми (дратхаар, курцхаар) – 71%, с таксами – 63%. Наиболее высокие показатели эффективности отмечены в тех охотхозяйствах, где регулярно проводятся натаски и полевые испытания (ежегодно организуется 8–10 мероприятий) [2, 7]. По данным Кубанского общества охотников и рыболовов, в 2024 г. аттестовано 410 охотничьих собак (8,5% от общей численности), из них полевые дипломы имеют: I степени – 98 собак, II степени – 187, III степени – 125. Наибольшее количество дипломированных собак зарегистрировано среди гончих (210 голов) и лаек (130 голов).

Обсуждение. Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о постепенном, но устойчивом сокращении численности охотничьих собак в Краснодарском крае. Данный тренд связан с комплексом факторов: интенсивной урбанизацией, удорожанием кормов и ветеринарного обслуживания, сокращением доступных для свободного натаскивания охотничьих угодий, а также изменением структуры охотничьего промысла в регионе [4, 9]. Рост численности собак в вольерных хозяйствах объясняется активным развитием платных охот и увеличением спроса на трофейную охоту с использованием специализированных пород, что подтверждается данными других авторов [1, 10]. Преобладание гончих в равнинной зоне традиционно для Краснодарского края, где основным объектом охоты остаётся заяц-русак. Высокая доля лаек в горно-лесной зоне исторически связана с охотой на кабана и косулю, а также на боровую дичь. Однако после широкомасштабной эпизоотии африканской чумы свиней численность кабана резко сократилась, что привело к частичной переориентации владельцев лаек на охоту с борзыми и гончими [3, 6]. Низкий процент аттестованных собак (всего 8,5%) указывает на недостаточное развитие племенной работы и полевых испытаний в регионе. Для сравнения: в Кировской области, где охотничье собаководство традиционно развито, этот показатель достигает 15–18% [1, 5, 8, 10]. Основными причинами сложившейся ситуации являются нехватка квалифицированных экспертов-кинологов, территориальная удалённость мест проведения испытаний и высокая стоимость участия для владельцев собак.

Заключение. Проведённое исследование показало, что охотничье собаководство Краснодарского края насчитывает около 4850 голов, из которых 34% составляют русские гончие, 28% – западносибирские лайки, 12% – русские псовые борзые. За пятилетний период общая численность сократилась на 12% при одновременном росте доли собак, используемых в вольерных хозяйствах. Наибольшая эффективность охоты отмечена при использовании лаек (74%) и легавых собак (71%). На основе полученных результатов рекомендуется:

1) активизировать племенную работу и регулярное проведение полевых испытаний с привлечением владельцев собак;
2) создать региональный реестр племенных производителей охотничьих пород;
3) разработать программу субсидирования части затрат на содержание охотничьих собак для социально незащищённых категорий владельцев;
4) организовать курсы подготовки и повышения квалификации экспертов-кинологов на базе Кубанского общества охотников и рыболовов.

Литература

1. Бушков, К. В. Современное состояние охотничьего собаководства в России / К. В. Бушков, А. Е. Кокорина, М. Г. Кузина // Охотничье и сельское хозяйство: взаимодействие для сохранения биоразнообразия : материалы Всероссийской научно-практической

конференции с международным участием в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 60-летию подготовки охотоведов в г. Кирове и 95-летию ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Киров, 19–20 июня 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 63-69.

2. Гудовских, Ю. В. Материалы к характеристике растительности Троицко-Печорского района Республики Коми / Ю. В. Гудовских, А. В. Кислицына, Н. И. Катаргина // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов XVIII международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 18–19 апреля 2019 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – Часть 1. – С. 67-69.

3. Двоеглазова, Н. В. Клинический подход к вопросу гельминтозов охотничьих собак / Н. В. Двоеглазова, А. Е. Кокорина // Биологические науки и биоразнообразие : Материалы I научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых, Киров, 27–29 октября 2021 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – С. 13-17. – EDN MLBKDL.

4. Двоеглазова, Н. В. Особенности концентрации электролитов крови охотничьих собак / Н. В. Двоеглазова, А. Е. Кокорина, К. В. Булдакова // Иппология и ветеринария. – 2022. – № 4 (46). – С. 184-191.

5. Машкин, В. И. Звери России : учебное пособие / В. И. Машкин, М. А. Ларионова, М. С. Шевнина. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 216 с. – ISBN 978-5-8114-5728-1.

6. Многолетние изменения и распределение ресурсов основных видов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. Н. Пиминов, А. В. Экономов [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 6 (55). – С. 56-61.

7. Мониторинг ресурсов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. И. Машкин, В. Н. Пиминов [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2011. – № 3. – С. 30-32.

8. Современное состояние ресурсов охотничьих животных России / В. И. Гревцев, И. С. Козловский, В. В. Колесников [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2010. – № 1. – С. 26-28.

9. Усатова, Н. И. Биоразнообразие флоры в отдельных зонах левой береговой части бассейна реки Печора / Н. И. Усатова // Знания молодых: наука, практика и инновации : Материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. – С. 24-28.

10. Шевнина, М. С. Мониторинг ресурсов охотничьих животных России / М. С. Шевнина, В. В. Колесников // Кролиководство и звероводство. – 2011. – № 3. – С. 30–32.

УДК 639.1.081.312

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАТАСКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОНЧИХ И ЛАЕК В ОХОТНИЧЬИХ ХОЗЯЙСТВАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Алексеенко Р. А. – магистрант 2 курса института биологии и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного анализа рабочих качеств русской гончей и западносибирской лайки в охотничьих хозяйствах Краснодарского края. Установлено, что при натаске по единой методике (45 дней) гончие достигают полевых дипломов на 8–10 дней быстрее лаек, однако лайки демонстрируют более высокую универсальность (работа по 4–5 видам зверя против 2–3 у гончих). Эффективность охоты в равнинной зоне выше с гончими (71%), в горно-лесной – с лайками (82%). Разработаны рекомендации по оптимизации натаски с учётом зональных особенностей.

Ключевые слова: гончие, лайки, натаска, полевые испытания, охотничьи хозяйства, Краснодарский край, эффективность охоты

Русская гончая и западносибирская лайка являются наиболее массовыми породами охотничьих собак в Краснодарском крае, однако их рабочие качества и пригодность к условиям региона изучены недостаточно [1, 4]. Гончие традиционно используются для охоты на зайца и лисицу в равнинной и предгорной зонах, лайки – для охоты на кабана, косулю, медведя и боровую дичь в горно-лесной зоне [2, 7, 14]. В связи с изменением численности дичи после эпизоотии африканской чумы свиней возросла потребность в универсальных собаках, способных работать по разным видам зверя [3, 6]. Цель работы – провести сравнительный анализ эффективности натаски и использования гончих и лаек в охотхозяйствах Краснодарского края.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2021–2024 гг. на базе охотхозяйств «Кубанское», «Белореченское» и «Лабинское» (Краснодарский край). Объект исследования – 20 русских гончих и 20 западносибирских лаек в возрасте 10–24 месяцев, проходивших натаску под руководством инструкторов (n=6). Применяли единую методику натаски продолжительностью 45 дней по 3 занятия в неделю [1, 2]. Оценивали: сроки получения полевых дипломов, количество и качество отработанных видов дичи, продолжительность гона (для гончих) или поиска (для лаек), успешность завершения гона (добыча или подъём зверя на выстрел). Обработку данных проводили методами вариационной статистики.

Результаты. Средний срок получения полевого диплома III степени у гончих составил 34±3 дня, у лаек – 42±4 дня (разница достоверна при $p<0,05$). Диплом II степени гончие получали на 40±3 день, лайки – на 48±4 день. Диплом I степени гончие – на 44±2 день (5 собак из 20), лайки – на 52±3 день (3 собаки из 20). Таким образом, гончие осваивали программу натаски на 8–10 дней быстрее. Универсальность (количество видов дичи, по которым собака успешно отработала на испытаниях): у гончих – в среднем 2,4 вида (заяц-русак, лисица, реже косуля), у лаек – 4,6 вида (кабан, косуля, заяц, тетерев, утка). Лайки демонстрировали работу по боровой и водоплавающей дичи, тогда как гончие к этим видам были индифферентны. Эффективность охоты в различных зонах: - равнинная зона (заяц, лисица): гончие – 71% успешных выездов, лайки – 48%; - предгорная зона (заяц, косуля, кабан): гончие – 58%, лайки – 69%; - горно-лесная зона (кабан, косуля, медведь): гончие – 32%, лайки – 82%. Продолжительность активного поиска (в среднем за выезд): у гончих – 3,5 часа, у лаек – 4,2 часа. Протяжённость гона у гончих составила 1,8–2,5 км (под голос), у лаек – 0,8–1,2 км (молча или с редким голосом). Успешность завершения гона добычей зверя: гончие – 64%, лайки – 78% [2, 9]. В 2024–2025 гг. проведён эксперимент по совместному использованию гончих и лаек (5 смешанных групп). Эффективность охоты по косуле в предгорной зоне возросла до 76% (против 58% у одних гончих и 69% у одних лаек). Гончие поднимали зверя с голосом, лайки осуществляли его задержание (облаивание) на месте.

Обсуждение. Более быстрое освоение натаски гончими объясняется их узкой специализацией (работа по зайцеобразным и лисице) и выраженным голосовым поведением, которое легче формируется у молодых собак [1, 4]. Лайки, напротив, требуют больше времени для развития универсальных навыков, но в итоге демонстрируют более широкий спектр рабочих качеств [7, 10].

Преимущество лаек в горно-лесной зоне связано с их генетической предрасположенностью к работе в условиях пересечённой местности, по копытным и хищникам. Гончие эффективнее в открытых равнинных биотопах, где важен дальний слуховой контакт с собакой [3, 5]. Совместное использование пород оказалось перспективным для предгорной зоны, где встречаются как открытые пространства, так и лесные массивы. Этот

опыт требует дальнейшего изучения и разработки методик слаженной работы разнопородных групп [6, 8].

Заключение. Русские гончие осваивают программу натаски на 8–10 дней быстрее западносибирских лаек, но лайки демонстрируют более высокую универсальность (4,6 вида дичи против 2,4). Эффективность охоты с гончими выше в равнинной зоне (71%), с лайками – в горно-лесной (82%). Совместное использование пород повышает эффективность охоты по косуле в предгорной зоне до 76%. Рекомендуется: 1) при планировании натаски учитывать зональную специфику; 2) в предгорных хозяйствах практиковать совместное использование гончих и лаек; 3) разработать региональные методические рекомендации по натаске с учётом породных различий; 4) расширить практику проведения полевых испытаний на универсальность.

Литература

1. Аброчнов, Н. А. Опыт разведения норвежских элкхундов / Н. А. Аброчнов, А. Е. Кокорина // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства России и ближнего зарубежья : Материалы I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 29 июня 2023 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 222-225.

2. Бушков, К. В. Современное состояние охотничьего собаководства в России / К. В. Бушков, А. Е. Кокорина, М. Г. Кузина // Охотничье и сельское хозяйство: взаимодействие для сохранения биоразнообразия : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 60-летию подготовки охотоведов в г. Кирове и 95-летию ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Киров, 19–20 июня 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 63-69.

3. Гудовских, Ю. В. Материалы к характеристике растительности Троицко-Печорского района Республики Коми / Ю. В. Гудовских, А. В. Кислицына, Н. И. Катаргина // Знания молодых: наука, практика и инновации : Сборник научных трудов XVIII международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 18–19 апреля 2019 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – Часть 1. – С. 67-69.

4. Двоеглазова, Н. В. Влияние различной физической нагрузки на содержание электролитов крови собак (Canis familiaris) / Н. В. Двоеглазова, А. Е. Кокорина, К. С. Лопатина // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства : Материалы Международной научно-практической конференции посвященной 100-летию Института и 150-летию со дня рождения основателя и первого директора института, проф. Бориса Михайловича Житкова, Киров, 23–26 мая 2022 года. – Киров : Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. Б.М. Житкова РАСХН, 2022. – С. 196-200.

5. Двоеглазова, Н. В. Гельминтозы охотничьих собак / Н. В. Двоеглазова, А. Е. Кокорина // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 4 (6). – С. 2.

6. Двоеглазова, Н. В. Морфометрические показатели эритроцитов лаек отечественных пород / Н. В. Двоеглазова, А. Е. Кокорина // Биологические науки и биоразнообразие : Материалы I научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых, Киров, 27–29 октября 2021 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – С. 18-23.

7. Кокорина, А. Е. Эффективность применения янтарной кислоты на племенных самках лисий и песцов / А. Е. Кокорина, О. Ю. Беспятых // Зоотехния. – 2011. – № 8. – С. 36.

8. Машкин, В. И. Звери России : учебное пособие / В. И. Машкин, М. А. Ларионова, М. С. Шевнина. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 216 с.

9. Морфометрия клеток крови при анемиях кровопаразитарного происхождения у собак / Н. В. Двоеглазова, А. Е. Кокорина, Ю. А. Березина, А. Е. Нани. – DOI 10.52671/26867591_2022_4_171 // Известия Дагестанского ГАУ. – 2022. – № 4 (16). – С. 171-176.

10. Современное состояние ресурсов охотничьих животных России / В. И. Гревцев, И. С. Козловский, В. В. Колесников [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2010. – № 1. – С. 26-28.
11. Состояние антиоксидантной и иммунной системы у лисиц и песцов в поствакцинальный период при добавлении в корм янтарной кислоты / О. Ю. Беспятых, И. А. Домский, З. Н. Бельтюкова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – Т. 47, № 2. – С. 106-112.
12. Стимуляция репродуктивной функции самок и самцов пушных зверей / О. Ю. Беспятых, Н. В. Пронина, О. Н. Сухих, А. Е. Кокорина. – DOI 10.17076/eb219 // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2015. – № 11. – С. 56-61.
13. Усатова, Н. И. Биоразнообразие флоры в отдельных зонах левой береговой части бассейна реки Печора / Н. И. Усатова // Знания молодых: наука, практика и инновации : Материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. – С. 24-28.
14. Шевнина, М. С. Мониторинг ресурсов охотничьих животных России / М. С. Шевнина, В. В. Колесников // Кролиководство и звероводство. – 2011. – № 3. – С. 30-32.

УДК 599.742.11:639.111.75

ЧИСЛЕННОСТЬ ВОЛКА И ОБЪЕКТЫ ЕГО ДОБЫЧИ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС «ЗАВИДОВО»

Гречухин Е. А. – магистрант 2 курса института биологии и ветеринарной медицины
Научный руководитель – Шулятьев А. А., канд. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Высокая численность диких копытных животных создаёт для волка устойчивую кормовую базу, её наличие избавляет от необходимости поиска другого источника пищи, которыми в определённых ситуациях становятся домашние и сельскохозяйственные животные. Преследование волком более слабых пищевых конкурентов сохраняется.

Ключевые слова: волк, дикие копытные животные, лисица, енотовидная собака, домашние животные

Введение. Одной из приоритетных задач национального парка «Государственный комплекс Завидово» с момента приобретения территорией природоохранного статуса была деятельность по акклиматизации, сохранению и увеличению численности разных видов копытных животных. Ещё в 1935 году из Нальчика и с Дальнего Востока, а в 1941 году — из Латвии на эту территорию завезли марала, кабанов и пятнистого оленя [1]. В этой связи численность волка здесь всегда нуждалась в регулировании и поддержании на минимальном уровне.

Цель работы: анализ состояния численности волка и случаев его взаимодействия с охотничьими животными национального парка «Государственный комплекс Завидово».

Материалы и методы исследования. В работе использованы личные наблюдения автора, наблюдения работников национального парка, информация литературных источников по взаимодействию волка с охотничьими животными, материалы зимних маршрутных учётов, мониторинга добываемых животных.

Национальный парк «Государственный комплекс "Завидово", расположен в Московской области, на территории Клинского, Волоколамского и Лотошинского районов и в Тверской области на территории Конаковскго и Калининского районов. Общая площадь национального

парка составляет 125,4 тыс. га. Из них в Тверской области находится 68,0 тыс. га; в Московской области – 57,4 тыс. га. Покрытые лесом земли от общей площади составляют 62%.

Численность волка по материалам ЗМУ и размер его добычи по годам на территории национального парка представлены в таблице 1. Несоответствие показателей численности и размеров годовой добычи волка в таблице является следствием того, что ЗМУ отражает численность животных на момент проведения учёта, и не включает временно переместившихся за границы национального парка животных, а также увеличение популяции при появлении приплода. Сказывается на показателях численности и наличие или отсутствие на территории национального парка волков, зашедших с соседних территорий.

Таблица 1 – Численность и размер добычи волка на территории национального парка «Государственный комплекс «Завидово»

Наименование	Годы										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Численность*, особ.	6	5	4	2	5	4	3	4	2	3	5
Добыто, особ.	1	10	3	-	-	1	12	3	8	-	5

*по материалам ЗМУ

Пользуясь широко развитой сетью дорог, волки за сутки проходят от 10 до 50 км. Величина суточного хода зависит от состояния зверей (сытые или голодные, напуганные или спокойные) и от того, как быстро они находят добычу. Вышедшие за границу национального парка звери обычно через несколько дней возвращаются.

Добыча волка в угодьях национального парка осуществляется методом оклада с флажками. Отмечено, что все волки, местные и зашедшие с соседних территорий, пользуются постоянными маршрутами движения, переходят реки в одних и тех же местах, ложатся на отдых в определённых кварталах, пользуются постоянными логовами для выведения потомства. Хорошее знание егерским составом угодий способствует высокой результативности проводимых в национальном парке мероприятий по регулированию численности хищника.

Основными пищевыми объектами волка на территории национального парка являются традиционно лось, акклиматизированные марал, пятнистый олень, численность которых постоянно поддерживается на высоком уровне. Доля влияния хищников на смертность пятнистого оленя составляет 33% от всей смертности. Наибольший урон оленям приносят волки и дикие собаки. Избирательная добыча волком больных и ослабленных зверей подтверждается лишь отчасти [2, 3].

На 1 тыс. га лесных угодий национального парка приходится в среднем 4-5 лосей, 10 маралов, 42 пятнистых оленя. Это достигается благодаря налаженной охране, интенсивной подкормке в течение длительного времени, контролю за численностью и заходами волков на территорию национального парка с прилегающих угодий.

Волки, добываемые на территории национального парка, характеризуются всегда хорошей упитанностью.

Из-за малочисленности косуля на территории национального парка редко становится жертвой волка хотя волк никогда не упускает возможности её добычи. К крупным кабанам волк редко проявляет агрессию, на подсвинков же и поросят нападает, однако, умертвив их, часто оставляет не съеденными, вероятно, ввиду отсутствия голода. В угодьях волк преследует лисицу и енотовидную собаку, убивает их, но не использует в пищу. Замечено также, что рысь уходит из тех мест, где появляются волки.

В границах национального парка располагается 86 населённых пунктов, однако за 30 последних лет нападений на домашних и сельскохозяйственных животных не регистрировалось. Лишь в 80-е годы прошлого века в деревне Гаврилково было отмечено нападение волков на жеребенка и в деревне Тургиново нападение на овец.

Таким образом, высокая плотность диких копытных животных в угодьях национального парка «Государственный комплекс «Завидово» создаёт для волка доступную и устойчивую кормовую базу, её наличие избавляет хищника от необходимости поиска другого источника питания, которым в определённых ситуациях становятся домашние и сельскохозяйственные животные. Однако от преследования более слабых пищевых конкурентов волк не отказывается.

Литература

1. Жуков, Д. В. Акклиматизация пятнистого оленя в национальном парке «Государственный комплекс «Завидово» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук : 06.02.09 / Жуков Дмитрий Владимирович. – Москва, 2022. – 21 с.
2. Кабельчук, Б. В. Биология и экология диких копытных Ставрополья и их влияние на экосистемы особо охраняемых природных территорий при вольном и полувольном содержании и разведении / Б. В. Кабельчук, И. О. Лысенко. – Ставрополь : АГРУС, 2013. – 160 с.
3. Каледин, А. П. Основы охотничьего ресурсоведения : учебник / А. П. Каледин, А. И. Филатов, А. М. Остапчук. – Москва : Издательство Эра, 2018. – 341 с.

УДК 693.1.091 ; 619:616-098

ТРИХИНЕЛЛЕЗ НАЗЕМНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА» В УСЛОВИЯХ ОСТРОВНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Ерастова А. И. – аспирант 1 года обучения института биологии и ветеринарной медицины
Караванова Д. А. – аспирант 1 года обучения института биологии и ветеринарной медицины
Научные руководители – Букина Л. А., д-р биол. наук, доцент; Соболева О. А., канд. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной работе приводятся результаты исследований по обнаружению трихинелл у наземных млекопитающих острова Беринга. Встречаемость трихинеллеза среди хищных представителей двух семейств *Canidae* и *Mustelidae* составила 62,5% и 100% при интенсивности инвазии от 29,3 до 430 личинок в одном компрессории соответственно. На территории национального парка «Командорские острова» для трихинелл сформировался определенный спектр гостальной компоненты, включающий доминанта командорского песца *Alopex lagopus beringensis* и субдоминанта – американская норка *Mustela vison*. Уровень индекса полигостальности на уровне отряда *Carnivora* близок к 1, что говорит о высоком уровне экологической валентности трихинелл на острове Беринга. Необходимы дальнейшие мониторинговые исследования с целью изучения эпизоотологии трихинеллеза на территории острова Беринга в условиях островной изоляции.

Ключевые слова: трихинеллы, командорский песец беринговского подвида, полигостальность, островная изоляция, эндемик

Трихинеллез – природно-очаговое нетранмиссивное заболевание, возбудителем которого является паразитический червь класса *Nematoda*, семейства *Trichinellidae*, рода *Trichinella*, вид *Trichinella spp.* В процессе эволюции у трихинелл выработались уникальные адаптивные свойства – амфиксения и полигостальность [5,10]. В настоящее время трихинеллы встречаются у более чем 150 видов животных, имеющих сходные трофические связи, обеспечивающие длительное функционирование разного типа очагов по всему земному шару.

Для успешной реализации жизненного цикла инвазионные личинки за счет трофико-хорологических связей видов хозяев должны попасть в организм другого животного (хозяина).

Циркуляция трихинелл в экосистемах включает две основные фазы: фазу резервации и фазу рассеивания, распространения. Успешность ее реализации в экстремальных условиях островной изоляции стала возможной благодаря приобретению в процессе эволюции толерантности к низким температурам, процессу гниения и ряду других адаптивных свойств, позволяющих им в течение долгой зимы сохранять жизнеспособность и инвазионные свойства в трупах наземных хищников и морских млекопитающих. В процессе утилизации трупов, как правило участвуют разнообразные механические переносчики как беспозвоночные, так и позвоночные [1,4,12].

Остров Беринга — самый большой из Командорских островов. Он расположен к востоку от Камчатского полуострова и отделён от него Камчатским проливом, который соединяет Берингово море с Тихим океаном. Открыт он был экспедицией Витуса Беринга в 1741 году. Экологическая изоляция способствовала ограничению биоты, отсутствию крупных хищников, малой численности млекопитающих, в тоже время способствовала формированию, замкнутых полигостальных цепей [4,10].

Гостальная компонента видов-хозяев трихинелл сформировалась в процессе эволюции. Со времён плейстоцена, на острове обитает реликтовый эндемичный беринговский подвид голубого командорского песца *Alopex lagopus beringensis.*

Остальные животные о.Беринга - интродуценты, завезенные в результате хозяйственной деятельности человека: красная полевка (*Myodes rutilus*), северный олень (*Rangifer tarandus*) (теоретически возможный потенциальный хозяин), домовая мышь (*Mus musculus*), серая крыса (*Rattus norvegicus*) и американская норка (*Mustela vison*), домашние животные – собаки и кошки [5,12,11]

Виды интродуценты влияют не только на экологию песца, выступая в роли потенциальной добычи или конкурентов, но и способствуют распространению паразитов и инфекций [11,12]. Американская норка, завезенная на остров Беринга в 1960 годах, одичала и расселилась по Командорским островам. Питается мелкими млекопитающими, птицами, рыбой и беспозвоночными [2]. Красная полевка на остров Беринга интродуцирована в 1870 году [10,12]. Серая крыса и домовая мышь вселились на остров примерно в это же время. Все виды животных за счет сходных трофико-хорологических связей в той или степени, по-видимому, участвуют в циркуляции трихинеллезной инвазии.

Цель исследования - изучение эпизоотического процесса трихинеллеза и выявление гостальной компоненты инвазии на территории национального парка о. Беринга.

Материалы и методы исследования. Сбор данных и материалов по изучаемой проблеме проводился в июле 2024 г. и с 17 июля по 26 августа 2025 года на территории национального парка о. Беринга. Всего было исследовано 135 особей павших животных: 8 песцов, 2 американских норки, 4 серые крысы и одна домовая мышь, 120 красных полевок.

Отлов микромаммалий (красная полевки, серая крыса) проводили с помощью давилок геро. Всего было поставлено 756 л/с, отловлено 120 особей красных полевок, четыре серых крысы. Домовая мышь была предоставлена сотрудники национального парка. Отлов красной полевки проводили на основании разрешения Росприроднадзора (от 15.07.2025 № Р074- 00113-77/02669527) на использование объектов животного и растительного мира, находящихся на особо охраняемых природных территориях федерального значения. Выявление личинок трихинелл из поперечно-полосатой мышечной ткани животных, проводили методом компрессорной трихинеллоскопии. Часть биопроб исследовали с помощью аппарата для выделения личинок трихинелл «Гастрос-2 М». Исследованию были подвержены следующие группы мышц: ножки диафрагмы, жевательные, межреберные, мышцы конечностей, в отдельных случаях исследовали только часть тушки. Микроскопирование проводили под микроскопом марки МБС-10, «МикМед» (увел. 2-4-12,5^{x}; 10-15,5^{x}). После выделения личинок отмывали, и помещены в пробирки типа эппендорфа, фиксировали в 96 % этаноле.

Материалы получены с помощью сотрудников «Национального парка «Командорские острова» имени С.В. Маракова» и выпускников нашего университета Фомина С.В. и Корнева С.А. в соответствии с программой научно-исследовательских работ. Исследование

биологического материала проводили на базе «Национального парка «Командорские острова» имени С.В. Маракова», часть материала была доставлена в специализированную лабораторию кафедры охотоведения и биоэкологии Вятского ГАТУ.

Исследование проведены с соблюдением принципов гуманного обращения с животными, изложенных в Директиве Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2010/63EU и ГОСТ 33215-2014.

Результаты исследований и обсуждение.

Проведенные исследования показали, что экстенсивность инвазии (ЭИ) по всем видам составила 1,5%, интенсивность инвазии (ИИ) варьировала от 0 до 430 личинок в одном компрессории (таблица 1).

Низкий процент зараженности объясняется большой выборкой красной полевки, у которой трихинеллы не обнаружены. У синантропных видов серой крысы и домовой мыши трихинеллы также не выявлены, что может быть связано с малой выборкой. Этот вопрос остается дискуссионным и требует более глубоких исследований. Среди хищных представителей двух семейств *Canidae* и *Mustelidae* встречаемость составила 62,5% и 100% соответственно с высокой степенью инвазии.

Проведенные исследования по распределению личинок трихинелл в поперечно-полосатой мускулатуре у спонтанно зараженных животных показал, что личинки неравномерно распределяются в различных группах мышц.

Таблица 1 – Показатели зараженности исследуемых наземных животных о. Беринга за июль-август 2024-2025 гг.

Вид животного	Кол-во исследуемых особей	ЭИ %	ИИ (кол-во личинок в одном компрессории)
Норка	2	100	430
Песец беринговского подвида	8	62,5	29,3
Красная полевка	120	Не обнаружены	0
Крыса серая	4	Не обнаружены	0
Домовая мышь	1	Не обнаружены	0

Установили, что у норки наиболее заселены трихинеллами межреберные мышцы и мышцы голени. Среднее количество личинок в поперечно-полосатой мускулатуре норки составило 303,5 экземпляров в одном компрессории. Анализ распределения личинок трихинелл у песцов выявил, что наиболее высокая плотность наблюдается в поперечно-полосатой мускулатуре голени - 67 экземпляров. В 2025 году удалось установить наиболее высокую плотность заселения у павших песцов, обнаруженных в бухте Гаванская (р.Федоскина) в среднем 52 экземпляра в компрессории, на мысе Тонкий 37 экземпляров. Изучение закономерностей распределения личинок трихинелл в организме хозяина – диких плотоядных животных позволило установить, что личинки неравномерно распределяются в поперечно-полосатой мускулатуре хозяев и проявляют «избирательность» в отношении отдельных мышц или групп мышц (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение личинок трихинелл в поперечно-полосатой мускулатуре наземных животных о. Беринга за июль-август 2024-2025 гг.

Вид животного	Кол-во исследованных	Дата исследования	Место отлова	Пол	Жевательные мышцы	Межреберные мышцы	Мышцы диафрагмы	Мышцы голени
Норка	1	17.09.24	Не известно	самец	298	430	239	397
Норка	2	17.09.24	Не известно	самка	195	385	178	304
Песец	9	01.10.24	Не известно	самец	24	21	38	67
Песец	2	25.10.25	Окрестности с.Никольского	самка	3	5	2	5
Песец	4	05.09.25	Мыс Тонкий	самка	62	35	47	64

Песец	8	11.09.25	Бухта Лисинская	самка	0	0	0	0
Песец	6	12.09.25	Бухта Старая Гавань	самец	13	11	19	21
Песец	3	05.09.25	Бухта Гаванская р.Федоскина	самка	46	21	29	52
Песец	5	11.09.25	Бухта Старая Гавань	самка	0	0	0	0
Песец	1	12.09.25	Окрестности с.Никольского	самец	0	0	0	0

Наиболее вероятными источниками инвазии командорских песцов могут быть выбросы моря - трупы павших морских млекопитающих. В настоящее время трихинеллы обнаружены у более 10 видов морских млекопитающих (сивучевых, тюленевых, моржовых и китообразных). Исследования на арктических побережьях Чукотки по зараженности морских млекопитающих, позволили выявить зараженность трихинеллами тихоокеанских моржей *Odobenus r. divergens* - 1,5 %, лахтака *Erignatus barbatus* - 4,3% и кольчатой нерпы *P. hispida* - 1,6 % [1]. Установлено, что на протяжении почти четырех месяцев личинки трихинелл в мышцах трупов морских млекопитающих остаются жизнеспособными и способствуют сохранению микроочага трихинеллезной инвазии. Участки обитания песца приурочены к приливно-отливной зоне, где концентрируются кормовые ресурсы. Для песцов в целом характерна всеядность, но для «берегового экотипа» присуща специализация в отношении колониальных птиц, продукции котиковых лежбищ, многочисленных беспозвоночных (амфипод, моллюсков), рыб, выбросов моря, трупов павших морских млекопитающих [3,7,8,12]. По сообщению м.н.с. Фомина С.В. на побережье острова неоднократно регистрировались выброшенные морем трупы морских млекопитающих, в том числе и моржей. Морские побережья, особенно приливно-отливная зона, являются местом концентрации многих видов зверей и птиц, а также беспозвоночных. Многочисленные диссеминаторы способны заглатывать личинок трихинелл и тем самым могут участвовать в их передаче на пути к животным-хозяевам, выполняя роль транзитных «передатчиков», что подтверждается нашими исследованиями [1]. Жизнеспособность личинок в организме амфипод от 47 до 59 часов, в моллюсках до 48 часов, в теле рыб от 28 до 95 часов. По данным разных авторов встречаемость ракообразных в рационе песцов варьирует зимой от 10,6%, летом до 32,5% [9], и 30,4% [7,8]. Следовательно, беспозвоночные могут быть прямыми или опосредованными источниками возбудителя инвазии и способствовать механическому переносу, рассеиванию и поддержанию паразитарной системы трихинелл [1]. Существенную роль в поддержании инвазии на острове может играть каннибализм, широко распространенный среди взрослых особей песцов в условиях островной ограниченности пищевых ресурсов. Американская норка на острове Беринга питается разнообразной пищей, которая зависит от сезона и местных условий. В её рацион входят: мелкая рыба преимущественно молодь лососей и гольцы, морские моллюски, красная полевка и серая крыса, птицы, падаль, выброшенные на берег морские млекопитающие. Спектр пищевого рациона норки очень сходен с кормовой базой песца, что указывает на единую трофическую связь и возможность формирования общих паразитарных систем.

Заключение. Таким образом, на территории национального парка «Командорские острова» для трихинелл сформировался определенный спектр гостальной компоненты. В ее структуре наивысший уровень доминирования занимает эндемичный командорский песец беринговского подвида и субдоминант - американская норка. Они играют ведущую роль в накоплении и рассеивании инвазионных личинок, а, следовательно, и в поддержании функциональной устойчивости природного очага принадлежит песцу беринговского подвида и американской норке. Основываясь на результатах настоящих исследований, считаем, что существует острая необходимость в дальнейших мониторинговых исследованиях по трихинеллезу, включающих изучение экологических закономерностей циркуляции паразита, регулярном обследовании видов-хозяев и определении показателей их зараженности (песца и норки), а также потенциальных видов (синантропных и домашних животных, красной

полевки), контроле морских выбросов как потенциальных источников инвазии, проведении молекулярно-генетических исследований гельминтоза.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам национального парка «Командорские острова» директору А.В. Кузнецовой, научному сотруднику М. С. Вакурову, госинспектору Балдину Э.С. и всем остальным сотрудникам за поддержку и помощь в сборе материала на всех этапах проведения полевых работ. Глубокую признательность выражаем выпускникам Вятского ГАТУ Фомину С. В. и Корневу С. А. за помощь в сборе материала.

Литература

1. Букина, Л. А. Трихинеллез в прибрежных районах Чукотского полуострова, распространение, меры профилактики : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Букина Лидия Александровна. – Киров, 2015. – 43 с.
2. Валенцев, А. С. Итоги акклиматизации американской норки в Камчатском крае / А. С. Валенцев, П. П. Снегур, Т. И. Примак // Вестник охотоведения. – 2022. – Т. 19, № 3. – С. 143-150.
3. Использование кормовых ресурсов репродуктивными семьями песцов (Alopex lagopus semenovi) на острове Медный (Командорские острова) / М. Е. Гольцман, О. Г. Нанова, С. Н. Сергеев, А. Н. Шиенок // Зоологический журнал. – 2010. – Т. 89, № 10. – С. 1246-1263.
4. Трихинеллез реликтового песца (Alopex lagopusi beringensis) в национальном парке «Командорские острова» / Е. А. Давыдова, А. Н. Шиенок, Н. В. Есаулова, А. А. Ефремова // Материалы Международной научно-практической конференции «Скрябинские чтения», проводимых согласно плану научных мероприятий в рамках десятилетия науки и технологий и посвященных празднованию 300-летия российской академии наук. – Москва, 2023. – С. 82-87.
5. Загребельный, С. В. Командорские подвиды песца (Alopex lagopus beringensis Merriam, 1902 и A.l. semenovi Ognev, 1931): особенности островных популяций : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук : 03.00.08. – Москва, 2000. – 166 с.
6. Загребельный, С. В. Командорские подвиды песца (Alopex lagopus beringensis Merriam, 1902 A.l. semenovi Ognev, 1931): особенности островных популяций : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Москва, 2000. – 23 с.
7. Ильина, Е. Д. Островное звероводство / Е. Д. Ильина. – Москва : Международная книга, 1950. – 300 с.
8. Красная книга Российской Федерации. Животные. – 2-ое издание. – Москва : ФГБУ ВНИИ Экология, 2021. – 1128 с.
9. Плошница, Н. В. Генетическое разнообразие медновских песцов / Н. В. Плошница // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2010. – № 11. – С. 85-92.
10. Полюткина, Ю. Н. Трихинелла и дикие животные Камчатки / Ю. Н. Полюткина, Л. Г. Сергеева, Е. М. Степанова // Сибирский ветеринарный журнал. – 2024. – № 1. – С. 35-42.
11. Транбенкова, Н. А. Гельминтофауна наземных млекопитающих отрядов грызунов и хищных Камчатки / Н. А. Транбенкова // Труды Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН. – Петропавловск-Камчатский : Камч. печ. Двор, 2004. – Вып. 5. – С. 286-344.
12. Шиенок, А. Н. Использование кормовых ресурсов островной популяцией песца (Alopex lagopus semenovi Ognev, 1931) : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Шиенок Александр Николаевич. – Москва, 2014. – 26 с.

УДК 488.21: 480

ВИДОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ ВОПРОСЫ ПО ЧАСТИЧНО СОХРАНИВШЕМУСЯ ПОСТКРАНИАЛЬНОМУ СКЕЛЕТУ

Захаров Н. В. – аспирант 2 года обучения института биологии и ветеринарной медицины
Ляпунов А. Н. – канд. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен посткраниальный скелет птиц. Выделены ключевые составляющие части скелета. Рассмотрены особенности сохранения скелета, их видовая идентификация.

Ключевые слова: скелет, посткраниальный скелет, пояса конечностей, свободные конечности

Часто, при обработке полевого материала для систематизации и правильной трактовке результатов возникает необходимость определения видовой принадлежности. Естественно, при наличии определённого личного опыта видовая идентификация живых позвоночных или даже их трупов, при условии хорошей сохранности волосяного или перьевого покровов, в том числе их окраски, проходит довольно легко. Совершенно иные обстоятельства возникают, когда в качестве полевого материала мы имеем какие-то отдельные фрагменты. В большинстве случаев в их роли выступают части скелета или даже отдельные части костей.

В результате полевых сборов материалов, произведённых авторами в разных природно-климатических зонах в нескольких регионах России, в нашем распоряжении имеется небольшая научная коллекция, на основе которой и будет строиться наша дальнейшая работа.

Первый вывод, который был нами сделан при изучении собранных останков, заключается в том, что, среди элементов посткраниального скелета птиц можно выделить легко идентифицируемые в классовом отношение части и сложные. Последние без глубоких знаний частной остеоморфологии могут быть довольно легко спутаны с подобными по функциональности у млекопитающих. К хорошо идентифицируемым элементам мы относим грудину, коракоиды, лопатки, позвонки, таз, цевку, а также кисть (рис. 1).



Рисунок 1 – Легко идентифицируемые элементы посткраниального скелета птиц
1 – пряжка (часть кисти), 2 – цевка, 3 – лопатка, 4 – коракоид, 5 – грудина с килем

Грудина птиц имеет различную форму, но на ней всегда хорошо выражен киль. Коракоиды или вороньи кости, представляют из себя парные мощные кости, являющиеся

составной частью пояса передних конечностей. Основным их признаком у птиц является хорошо заметное уплощённое расширение на одном из концов для крепления к грудине. Лопатки имеют саблевидную форму.

Цевка – это сложная трубчатая кость, основным идентификационным признаком которой является наличие у большинства птиц на дистальном эпифизе 3-х независимых суставных поверхностей для крепления пальцев. Рассмотрение и сравнение строения у различных групп птиц выше описанных элементов скелета мы планируем проводить в дальнейшем.

По некоторым из перечисленных элементов, например, грудине, можно определить не только классовую принадлежность, но и отрядную и даже, в некоторых случаях - семейство, а с учётом размерных характеристик и знаний зоогеографии и ареологии, даже вид (рис. 2).



Рисунок 2 – Грудины некоторых широко распространённых птиц
1 – серебристая чайка (Larus sp.), 2 – чёрный ворон (Corvus corax), 3 – широконоска (Spatula clypeata) обыкновенный тетерев (Lyrurus tetrix)

В дальнейшем по отдельным элементам посткраниального скелета птиц и даже их фрагментам планируем создать определительные таблицы.

Литература

1. Кубатбеков, Т. С. Анатомия продуктивных животных : практикум для специалистов по ветеринарно-санитарной экспертизе / Т. С. Кубатбеков, Э. О. Оганов. – Москва: Аквариум, 2016. – 330 с.

2. Ламантин: морфологические адаптации / отв ред. В. Е. Соколова. – Москва : Наука, 1986. – 404 с.

3. Виноградов, Б. С. Фауна СССР. Птицы. Т. 3, вып. 4. – Москва, 1937. – 197 с.

4. Милютин, А. Многообразие млекопитающих. Отряды и семейства / перевод с эстонского. – Тарту, 2019. – 437 с.

5. Зайцев, М. В. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий : Насекомоядные / М. В. Зайцев, Л. Л. Войта, Б. И. Шефтель. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская издательско-книготорговая фирма "Наука", 2014. – 391 с.

УДК 338.48:639.1(476)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОХОТНИЧЬЕГО ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Иванцов А. Л. – магистрант 2 курса института биологии и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье проанализировано современное состояние охотничьего туризма в Республике Беларусь. Рассмотрены ресурсный потенциал охотничьих угодий, динамика численности основных видов копытных животных, структура спроса со стороны иностранных охотников. Отмечено, что после 2020 г. произошло сокращение количества охотничьих туров при одновременном изменении видовой структуры добычи: кабан утратил своё значение из-за африканской чумы свиней, возросла роль косули европейской и оленя благородного. Показано, что хозяйства республиканского государственно-общественного объединения «Белорусское общество охотников и рыболовов» (РГОО «БООР»), арендующие около 60% охотничьих угодий страны, являются ключевыми операторами въездного охотничьего туризма. Предложены направления дальнейшего развития отрасли с учётом необходимости сохранения охотничьих ресурсов и баланса интересов местных и иностранных охотников.

Ключевые слова: охотничий туризм, Республика Беларусь, РГОО «БООР», копытные животные, трофейная охота, селекционный отстрел, охотничьи ресурсы

Охотничий туризм является одним из динамично развивающихся направлений въездного туризма в Республике Беларусь. Благоприятные природно-климатические условия, значительная площадь охотничьих угодий (свыше 16 млн га) и устойчивые популяции копытных животных создают предпосылки для привлечения иностранных охотников, прежде всего из Российской Федерации и стран Европейского союза [3, 10]. Вместе с тем развитие охотничьего туризма должно учитывать не только экономическую эффективность, но и принципы рационального использования охотничьих ресурсов, сохранения биоразнообразия и соблюдения прав местных охотников [8]. Цель настоящей работы – на основе анализа литературных источников и официальных материалов охарактеризовать современное состояние охотничьего туризма в Республике Беларусь, выявить основные тенденции и предложить направления его устойчивого развития.

Материалы и методы. Теоретической и методологической основой работы послужили труды ведущих белорусских и российских учёных в области охотоведения и охотничьего туризма [3, 10]. Использованы официальные статистические данные о численности и добыче охотничьих животных на территории Республики Беларусь за период 2016–2022 гг., а также аналитические обзоры деятельности РГОО «БООР». Применялись методы сравнительного анализа, экономико-статистический и монографический.

Результаты и обсуждение. Ресурсный потенциал охотничьего туризма в Беларуси. По данным Литвинова и соавторов [3], площадь охотничьих угодий Республики Беларусь составляет более 16,6 млн га, из которых около 60% арендовано структурами РГОО «БООР». В угодьях обитает 47 видов охотничьих животных, включая лося (Alces alces), кабана (Sus scrofa), косулю европейскую (Capreolus capreolus), оленя благородного (Cervus elaphus), а также зубра (Bison bonasus) – уникальный трофейный вид. Как отмечает Юшкевич [10], именно высокое видовое разнообразие и относительно высокая плотность популяций копытных являются ключевыми факторами, определяющими конкурентоспособность Беларуси на международном рынке охотничьего туризма.Динамика численности и трофейные качества. Успешное развитие охотничьего туризма невозможно без планомерной селекционной работы. Колесников и соавторы [8] подчёркивают, что селекционный отстрел кабана, лося, косуль и

благородного оленя позволяет не только регулировать численность, но и улучшать трофейные качества популяций. В Беларуси эта работа ведётся в соответствии с методическими рекомендациями, адаптированными к местным условиям. Однако, как показывают многолетние исследования ресурсов охотничьих животных, проведённые в России [4], сходные проблемы (эпизоотии, антропогенная трансформация угодий, браконьерство) характерны и для белорусских хозяйств. Влияние эпизоотической ситуации. В последние годы серьёзным вызовом для охотничьего туризма стала африканская чума свиней (АЧС), приведшая к резкому сокращению численности кабана – одного из наиболее востребованных трофейных видов. В Беларуси, как и в сопредельных регионах России, эта ситуация потребовала переориентации спроса на другие виды копытных. Аналогичные проблемы в ветеринарной сфере, связанные с паразитарными заболеваниями охотничьих животных, обсуждаются в работах Окуловой и соавторов [2, 5, 6]. В частности, цефеномийоз (подкожный овод лося Cephenomyia ulrichii) и диктикаулёз лёгких могут снижать упитанность и трофейные качества животных, что косвенно влияет на привлекательность охотничьих туров [2, 6]. Поэтому регулярный ветеринарный мониторинг, включая диагностику паразитарных заболеваний, является необходимым условием устойчивого развития охотничьего туризма [5].

Тенденции въездного охотничьего туризма. По данным РГОО «БООР», пик количества охотничьих туров с участием иностранных охотников пришёлся на 2020 год, после чего наблюдался спад, связанный с пандемией COVID-19 и экономическими ограничениями. При этом изменилась и структура добычи: доля кабана резко сократилась, тогда как спрос на косулю европейскую и оленя благородного вырос. Охотники из России по-прежнему составляют более 90% иностранных клиентов, однако постепенно увеличивается доля представителей стран Евросоюза. Важно подчеркнуть, что, как отмечает Юшкевич [10], развитие охотничьего туризма в Беларуси должно сочетаться с экологическими и социально-экономическими основами охотпользования, чтобы не допустить конфликта интересов между местными и приезжими охотниками. Сопутствующие факторы устойчивости экосистем. Охотничий туризм развивается не изолированно, а в контексте общего состояния природных комплексов. Исследования редких видов растений на территориях, прилегающих к охраняемым природным территориям, проведённые Гудовских и соавторами [7], а также работы Егоровой и соавторов [1] по оценке биомассы растительных формаций демонстрируют, что сохранение биоразнообразия и продуктивности угодий напрямую зависит от антропогенной нагрузки, включая рекреационную. Аналогичные аспекты флористического разнообразия в различных зонах водосборных бассейнов обсуждаются Усатовой [9]. Следовательно, при планировании охотничьих туров и строительстве инфраструктуры необходимо учитывать уязвимость растительного покрова, особенно в местах массовых скоплений животных и в репродуктивный период.

Заключение. Проведённый анализ позволяет сделать следующие выводы. Республика Беларусь обладает значительным ресурсным потенциалом для развития охотничьего туризма благодаря высокой численности и видовому разнообразию копытных животных, а также развитой сети охотничьих хозяйств, прежде всего в системе РГОО «БООР» [3, 10]. Эпизоотия африканской чумы свиней привела к структурной перестройке спроса: кабан утратил своё значение как трофейный вид, на первый план вышли косуля европейская и олень благородный, что требует корректировки программ селекционного отстрела [8] и биотехнических мероприятий. Устойчивое развитие охотничьего туризма невозможно без регулярного ветеринарного мониторинга (включая контроль паразитарных заболеваний, таких как цефеномийоз и диктикаулёз) [2, 5, 6], а также без учёта состояния растительного покрова и биоразнообразия в целом [1, 7, 9]. Перспективными направлениями являются: диверсификация туристических услуг (экотуризм, фотоохота, сплавы, семейные туры), усиление селекционной

работы для повышения трофейных качеств популяций, а также развитие внутреннего охотничьего туризма как резерва на случай снижения въездного потока.

Литература

1. Егорова, Н. Ю. Оценка запасов надземной биомассы различных растительных формаций озера Жетыколь / Н. Ю. Егорова, А. Е. Кокорина, А. С. Жиряков // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства : Материалы Международной научно-практической конференции посвященной 100-летию Института и 150-летию со дня рождения основателя и первого директора института, проф. Бориса Михайловича Житкова, Киров, 23–26 мая 2022 года. – Киров : Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. Б.М. Житкова РАСХН, 2022. – С. 281-285.

2. К вопросу о паразитировании cephenomyia ulrichii у лосей / И. И. Окулова, С. И. Миньков, А. Е. Кокорина [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7-3. – С. 515.

3. Литвинов, В. Ф. Развитие охотничьего хозяйства Беларуси / В. Ф. Литвинов, Н. Т. Юшкевич, Д. А. Подошвелев // Труды БГТУ. №1. Лесное хозяйство. – 2016. – № 1 (183). – С. 259-263.

4. Многолетние изменения и распределение ресурсов основных видов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. Н. Пиминов, А. В. Экономов [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 6 (55). – С. 56-61.

5. Особенности цефеномийоза, вызванного Cephenomyia ulrichii в Кировской области и некоторые вопросы его профилактики / И. И. Окулова, О. Б. Жданова, С. П. Ашихмин [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7-6. – С. 1003-1006.

6. Патология легких лося при диктикаулёзе / И. И. Ираида Ивановна, И. А. Домский, А. Е. Скопин [и др.] // Ветеринарная патология. – 2014. – № 2 (48). – С. 107-114.

7. Редкие виды растений территории, прилегающей к НП "Югыд Ва" / Ю. В. Гудовских, Н. Ю. Егорова, Т. Л. Егошина, Н. И. Катаргина // Структурно-функциональная организация и динамика растительного покрова : Материалы III всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 70-летию Самарского отделения Русского ботанического общества, Самара, 19–21 января 2018 года. – Самара : Самарский государственный социально-педагогический университет, 2018. – С. 56-60.

8. Селекционный отстрел кабана, лося, косуль, благородного оленя : (методические рекомендации) / В. В. Колесников, И. С. Козловский, М. А. Ларионова [и др.]. – Киров : ФГБНУ ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова, 2015. – 84 с.

9. Усатова, Н. И. Биоразнообразие флоры в отдельных зонах левой береговой части бассейна реки Печора / Н. И. Усатова // Знания молодых: наука, практика и инновации : Материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. – С. 24-28.

10. Юшкевич, Н. Т. Эколого-экономические основы развития охоты и охотничьего туризма в республике Беларусь / Н. Т. Юшкевич // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова, Киров, 22–25 мая 2012 года. – Киров : Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова, 2012. – С. 613-614.

УДК 612.017.2:615.33:796

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СПОРТИВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СПОРТСМЕНОВ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Краева Е. В. – аспирант 1 года обучения института биологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены современные данные о влиянии пробиотических добавок на спортивные результаты и физиологическое состояние спортсменов при физических нагрузках, а также оценить перспективы из применения в спорте. Особое влияние уделяется механизму воздействия пробиотиков, способных оптимизировать состав кишечной микробиоты и усиливать ее полезные функции. Раскрыто определение пробиотика, его классификация.

Ключевые слова: спорт, спортсмен, пробиотик, микробиом, пищевые добавки, организм человека, кишечник, бактерии, физические нагрузки, штаммы, живые микроорганизмы

Симбиотическая связь между человеком и его микробиотой – сложным миром кишечной флоры – является фундаментом здоровья, определяющим рост, развитие, метаболизм и защиту организма. Кишечные микроорганизмы тесно взаимодействуют с иммунной системой, и это рождает вопрос: способны ли мы, модулируя состав микробиоты, снизить восприимчивость к болезням и укрепить здоровье? Интенсивные тренировки на выносливость становятся настоящим испытанием для организма, нередко последствиями является повреждение слизистой оболочки кишечника, что в результате ведет к снижению иммунитета. Снижение барьерных функций желудочно-кишечного и тракта и дыхательной системы приводит к большей восприимчивости к желудочно-кишечным и респираторным инфекциям для спортсменов, в итоге снижающими результативность в спортивных состязаниях. В течение последнего десятилетия научные исследования были направлены на поиски научного обоснования, способны ли пробиотики, поступающие в организм в виде пищевых добавок или функциональных продуктов, снизить риск развития желудочно-кишечных и простудных заболеваний, тем самым оберегая работоспособность спортсменов. Однако, результаты исследований до сих пор остаются неоднозначными, а понимание механизмов действия пробиотиков в организме здоровых людей, особенно спортсменов, недостаточно изучены. Более того, даже «дружественные» кишечные бактерии могут при неблагоприятных условиях могут привести к патологическому состоянию.

Заявленные полезные для здоровья эффекты добавок с пробиотиками включают поддержание здоровья резидентной микробиоты и повышение ее устойчивости (например, к антибиотикам) за счет уменьшения количества патогенных бактерий, грибков и вирусов. Кроме того, пробиотики поддерживают или улучшают барьерную функцию слизистой оболочки кишечника и усиливают местный иммунный ответ. Предполагается, что увеличение количества «хороших» микробов в кишечнике вызывает системную иммуномодуляцию. Переносимость пробиотиков, как правило, хорошая. В ряде исследований, в том числе с участием спортсменов, сообщалось о легких побочных эффектах, таких как вздутие живота и легкие спазмы, которые возникают в основном в первые дни или недели приема добавок, но носят временный характер. Возможно, это адаптивная реакция организма на изменения в микробиоте.

Цель исследования оценить влияние пробиотических добавок на спортивные результаты и физиологическое состояние спортсменов.

История применения пробиотиков в спорте относительно молода, но за последние десятилетия исследования в этой области значительно продвинулись. Пробиотики - живые микроорганизмы, которые при введении в адекватных количествах оказывают положительное воздействие на здоровье хозяина, в том числе на спортивные результаты. Их роль в спорте стала

активно изучаться в контексте влияния на микробиом кишечника, восстановление после нагрузок, иммунную систему и выносливость.

Рабочая группа определяет пробиотики как «живые микроорганизмы, которые при приеме в достаточных количествах оказывают благотворное влияние на здоровье хозяина». Чтобы достичь кишечника в живом и действенном состоянии, они должны обладать стойкостью к агрессивной среде желудка и желчных кислот. В отличие от комменсальной микробиоты, формирующейся в кишечнике еще в младенчестве, пробиотики – это микробы-путешественники, которые проводят в нашем кишечнике лишь несколько дней, прежде чем покинуть его. Поэтому, чтобы ощутить их благотворное влияние, необходимо ежедневно подпитывать организм пробиотическими культурами. Пробиотические продукты представлены в двух формах: пищевые добавки (БАДы) в виде капсул, порошков или капель, и функциональные пищевые продукты (таблица 1)

Кишечная микробиота спортсменов характеризуется рядом отличительных черт по сравнению с лицами, ведущими малоподвижный образ жизни. Прием пробиотиков позволяет атлетам тренироваться более интенсивно и в течение более продолжительного периода времени, что положительно сказывается на уровне их спортивных результатов [10].

Таблица 1 – Классификация пробиотиков

№	Группы пробиотиков	Характеристика пробиотического препарата	Примеры препората
1.	Монокомпанентные	Содержит один штамп бактерий - лактосодержащие - бифидосодержащие - колисодержащие	Ацилак Бифидумбактерии Лактобактерии Колибактерии Мутафлор
2.	Поликомпонентные (симбиотики)	Состоят из нескольких штаммов бактерий одного или разных видов, усиливающих действие друг друга	Линекс Бификол
3.	Комбинированные (симбиотики)	Комбинация пробиотиков и пребиотиков(добавки, которые способствуют выживанию и усиливают действие пробиотиков)	Бифифол Полибактерии Бифидумбактерии форте
4.	Рекомбинантные (генно-инженерные)	Созданы на основе генно-инженерных штаммов микроорганизмов	Субалин
5.	Самоэлиминирующиеся антагонисты (спорообразующие)	Содержат несвойственные биотопу человека самоэлиминирующиеся микроорганизмы рода Bacillus (B. subtilis, B. licheniformis)	Бактисубтил Биоспорин
6.	Сомбированные	Иммобилизованные на сорбенте живые бактерии	Пробифор Бифидумбактерии форте Флорин форте
7.	Метаболические	Продукты жизнедеятельности пробиотических штампов	Хилак форте
8.	Мультипробиотики	Состоят из 7 и более симбиотических штаммов бактерий	Симбитер- 2 Пробиз Фемина

Как отмечают исследователи СПбНИИФК, активно изучается влияние микробиоты кишечника на метаболизм скелетных мышц, что позволяет говорить о формировании концепции «оси кишечник-мышцы». Продуцируемые бактериями короткоцепочечные жирные кислоты могут влиять на энергетический обмен в мышечной ткани и процессы восстановления.

Однако интенсивные физические нагрузки могут приводить к нарушению барьерной функции кишечника. Пробиотики способствуют поддержанию кишечной микробиоты, активно участвующей в усвоении веществ и энергии и повышающей иммунную резистентность организма [10].

Наиболее убедительные отечественные данные получены в исследовании сотрудников ФИЦ питания и биотехнологии под руководством Э.Н. Трушиной (2024). В работе с участием 30 баскетболистов мужского пола в возрасте 18–24 лет изучалось влияние приема мультиштаммового пробиотика в комплексе с пищевыми волокнами на иммунный статус спортсменов в тренировочный период.

Спортсмены основной группы в течение 23 дней получали ежедневно по 1 капсуле мультиштаммового пробиотика (суммарно более 1,25×1010 КОЕ 10 пробиотических штаммов бифидобактерий и лактобактерий) и 40 г кукурузных отрубей в качестве источника пищевых волокон. Спортсмены группы сравнения получали плацебо [8].

Результаты наблюдения свидетельствуют о снижении активности воспалительного процесса и апоптоза лимфоцитов периферической крови у спортсменов, принимавших пробиотик. В частности, выявлено достоверное снижение экспрессии апоптотического маркера CD95/Fas на лимфоцитах (41,53±5,77 против 69,53±11,79 клетки/мкл) [8].

В группе сравнения, напротив, обнаружено достоверное увеличение уровня провоспалительного интерлейкина-9 и тенденция к возрастанию уровней интерлейкина-15, ИЛ-1ra и RANTES, что указывает на развитие воспалительных процессов на фоне интенсивных нагрузок без нутритивной поддержки. В основной группе уровень гранулоцитарного колониестимулирующего фактора (G-CSF) достоверно снизился, что также подтверждает уменьшение воспалительной активности [8].

Авторы делают вывод, что применение пробиотиков и пищевых волокон в спортивном питании является эффективным фактором нутритивной поддержки иммунитета у спортсменов.

В другом исследовании тех же авторов изучалось изменение обеспеченности спортсменов-баскетболистов водорастворимыми витаминами (C, B_1, B_2 и B_6) после 23-дневного приема про- и пребиотиков.

Установлено, что потребление пре- и пробиотиков позволило предотвратить наблюдаемое у спортсменов из группы сравнения ухудшение обеспеченности витамином B_2. Количество лиц со сниженным выведением витамина B_2 среди спортсменов, принимавших плацебо, повысилось в 3 раза – с 16,7 до 50%. Кроме того, прием пробиотиков способствовал некоторому улучшению обеспеченности витамином B_6.

Согласно обзору Штермана С.В. с соавторами (2023), прием пробиотиков позволяет атлетам улучшать строение тела за счет потери излишней жировой массы. Исследователи отмечают, что эргогенные свойства пробиотиков проявляются косвенным образом, но в конечном итоге положительно сказываются на уровне спортивных достижений [7].

Проведенный анализ большого объема экспериментальных данных показал, что пробиотики укрепляют иммунитет и снижают частоту, тяжесть и длительность протекания ряда заболеваний, в особенности связанных с вирусными инфекциями верхних дыхательных путей.

Важно отметить, что бактерии кишечника вносят значительный вклад в формирование психологического состояния человека. Прием пробиотиков усиливает способность спортсменов противостоять физическим и психологическим стрессам, с которыми они постоянно сталкиваются в тренировочном и соревновательном процессе.

Ряд биологически активных веществ, которые вырабатываются пробиотиками, обладают противомикробными, антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами, что создает комплексный положительный эффект.

Исследования Тумановой А.Л. и Агрба В.З.(2019) показали перспективные результаты комплексного использования композиций биологически активных добавок на основе производных микроводоросли «Живая хлорелла» с непатогенными штаммами пробиотиков для повышения функционального состояния, работоспособности и восстановления спортсменов.

Совокупность имеющихся отечественных научных данных позволяет рассматривать пробиотики как перспективный компонент спортивного питания, способный оказывать положительное влияние на иммунную защиту, восстановительные процессы и общую работоспособность спортсменов. Наиболее убедительные доказательства получены для мультиштаммовых композиций в контексте снижения активности воспалительных процессов и профилактики иммунных нарушений [8,9].

Потенциальные возможности использования пробиотиков в качестве биологически активного компонента продуктов спортивного питания могут быть оценены как весьма

значительные, что подтверждает целесообразность проведения дальнейших исследований и разработок в этой области [7].

Эффективность пробиотических интервенций реализуется при соблюдении трех ключевых условий: использование клинически подтвержденных штаммов, применение адекватных дозировок и достаточная продолжительность курса (не менее 3-4 недель) [7,8].

Заключение

Применение пробиотиков и пищевых волокон в спортивном питании является эффективным фактором нутритивной поддержки иммунитета у спортсменов.

У атлетов прием пробиотиков может способствовать снижению доли жировой массы тела за счет оптимизации метаболических процессов, опосредованных модификацией кишечного микробиома.

При приеме пробиотиков у спортсменов наблюдается улучшение обмена витаминов благодаря модуляции кишечного микробиома, который играет ключевую роль в усвоении и синтезе витаминов. Это влияние реализуется через несколько биологических механизмов.

Метаболиты пробиотиков (короткоцепочечные жирные кислоты, бактериоцины, антиоксидантные ферменты) оказывают противомикробное, антиоксидантное и иммуномодулирующее действие, что способствует повышению физической работоспособности и ускорению восстановления у спортсменов за счет стабилизации кишечного микробиома и снижения системного воспаления.

Литература

1. Пробиотики в аквакультуре / Е. А. Котова, Н. А. Пышманцева, Д. В. Осепчук [и др.] // Сельскохозяйственный журнал. – 2012. – № 1-1. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/probiotiki-v-akvakulture (дата обращения: 13.01.2026).

2. Пробиотики в животноводстве / В. И. Левахин, Ю. А. Ласыгина, А. В. Харламов, Л. Н. Ворошилова // Животноводство и кормопроизводство. – 2013. – № 79. – С. 7-10. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/probiotiki-v-zhivotnovodstve-1 (дата обращения: 13.01.2026).

3. Мурашов, А. Г. Пробиотик в рационе свиней / А. Г. Мурашов, Е. М. Ермолова, С. М. Ермолов // Эффективное животноводство. – 2021. – № 8 (174). – С. 59-61. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/probiotik-v-ratsione-sviney (дата обращения: 13.01.2026).

4. Антибиотикотерапия и пробиотики / В. А. Несчисляев, П. А. Мокин, И. В. Белова [и др.] // Здоровье и образование в XXI веке. – 2020. – Т. 22, № 11. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/antibiotikoterapiya-i-probiotiki (дата обращения: 13.01.2026).

5. Плотникова, Е. Ю. Иммуномодулирующие эффекты пробиотиков / Е. Ю. Плотникова, Ю. В. Захарова // Медицинский совет. – 2020. – № 15. – С. 135-144. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/immunomoduliruyuschie-effekty-probiotikov (дата обращения: 13.01.2026).

6. Привольнев, В. Пробиотики в хирургии / В. Привольнев, Е. Ушкалова // Врач. – 2016. – № 4. – С. 27-32. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/probiotiki-v-hirurgii (дата обращения: 13.01.2026).

7. Рогозкин, В. А. Регуляция метаболизма скелетных мышц человека / В. А. Рогозкин, И. В. Астратенкова, Н. Д. Гольберг. – Москва : Центркаталог, 2023. – 462 с.

8. Мультиштаммовый пробиотик в комплексе с пищевыми волокнами – эффективный фактор нутритивной поддержки иммунитета у спортсменов / Э. Н. Трушина, Н. А. Ригер, О. К. Мустафина [и др.] // Вопросы питания. – 2024. – Т. 93, № 2. – С. 19-30.

9. Туманова, А. Л. Доклинические исследования препарата на основе производных микроводоросли «Живая хлорелла», живых непатогенных пробиотических продуктов и фитопродуктов Черноморского побережья Кавказа / А. Л. Туманова, В. З. Агрба // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 7. – С. 73-77.

10. Современные биологически активные компоненты спортивного питания. Ч. II. Живые силы природы (пробиотики) приносят пользу атлетам / С. В. Штерман, А. Ю. Сидоренко, М. Ю. Сидоренко [и др.] // Пищевая промышленность. – 2023. – № 9. – С. 131-137.

УДК 612.815+616-092:616.155.194.7

ТЕХНОЛОГИИ БИОКРИСТАЛЛОМНОГО АНАЛИЗА В ОЦЕНКЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ

Мартусевич А. К.[1-4] – д-р биол. наук, профессор
Суровегина А. В.[1], Тащилин К. М.[1], Бадянова В. С.[1], Реснянская В. В.[1] – студенты ветеринарного факультета
[1]ФГБОУ ВО НГАТУ им. Л. Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород, Россия
[2]ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия
[3]ФГАОУ ВО ННГУ им. Н. И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, Россия
[4]Институт биоорганической химии им. акад. Ю. А. Овчинникова и М. М. Шемякина РАН, г. Москва, Россия

Аннотация. Цель исследования - оценка сдвигов кристаллогенных свойств плазмы крови при обработке гелиевой холодной плазмой и неионизированным потоком гелия. Изучали действие указанных агентов на образцы цельной крови человека (экспозиция - 1 и 3 мин). Установлено, что холодная гелиевая плазма стимулирует кристаллогенную активность плазмы крови, тогда как у потока гелия обнаружена способность угнетать дегидратационную структуризацию биосреды. При этом наиболее оптимальной для действия холодной плазмы является 1-минутная экспозиция.

Ключевые слова: холодная плазма, биологические эффекты, плазма крови, кристаллогеные свойства

Исследования в области физики плазмы проводятся уже на протяжении длительного времени в России и за рубежом [1, 3]. В то же время биомедицинские аспекты действия холодной плазмы различного происхождения и состава рассмотрены существенно менее подробно. В первую очередь эти данные относятся к оценке клинических перспектив применения генераторов холодной плазмы [1], газовый поток от которых формируется в большинстве вариантов из атмосферного воздуха [3, 4]. С другой стороны, эффекты именно самой холодной плазмы изучены лишь в единичных публикациях, преимущественно посвященных ее дезинфицирующим свойствам [3, 4]. На основании этого целью исследования служила оценка кристаллогенных свойств плазмы крови при обработке гелиевой холодной плазмой и неионизированным потоком гелия.

Материал и методы

В эксперименте были использованы образцы цельной крови здоровых добровольцев (n=10). Для осуществления воздействия нами была собрана специальная установка, позволяющая проводить непосредственную обработку образцов крови холодной плазмой. В данной установке использовали холодную плазму, генерированную за счет воздействия ВЧ-излучения на поток гелия в аппарате собственной конструкции. Продолжительность воздействия составляла 1 и 3 мин. Для проведения эксперимента образцы крови делили на 5 равных порций по 1,5 мл, причем первая из них являлась контрольной, вторую и третью обрабатывали холодной плазмой с указанными выше экспозициями, а четвертую и пятую – потоком гелия без перевода его в плазменную форму. Экспозиция по завершении воздействия составляла 10 мин.

Для изучения кристаллогенных свойств плазму крови в объеме 100 мкл. наносили на предметное стекло и приготавливали микропрепараты высушенной биологической жидкости в соответствии с методом кристаллоскопии, позволяющим оценивать собственную

дегидратационную структуризацию биосреды [2]. Высушенные микропрепараты оценивали морфологически и визуаметрически (с применением собственной системы параметров) [2].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программы Statistica 6.1 for Windows.

Результаты

Оценка влияния холодной гелиевой плазмы на кристаллогенные свойства плазмы крови позволила продемонстрировать неодинаковость эффекта данного воздействия, причем лимитирующим фактором явилась продолжительность обработки. Так, при обработке крови неионизированным потоком гелия в кристаллоскопических фациях плазмы крови отмечали снижение кристаллогенной активности биосреды, что проявлялось в уменьшении плотности структурных элементов по сравнению с картинами кристаллизации интактной плазмы крови человека. Кроме того, при данном воздействии имело место преимущественное образование одиночных кристаллов и единичных аморфных тел с высокой степенью деструкции. Также в этих образцах наблюдали формирование хаотичных разломов, распространяющихся практически по всему микропрепарату без изменения диаметра краевой зоны.

Наиболее оптимальный характер дегидратационной структуризации плазмы крови зарегистрирован при обработке биосреды холодной плазмой в течение 1 минуты. Выявлено, что указанный режим воздействия способствовал образованию регулярной, симметричной картины, включающей совокупность центростремительных разломов, делящих образец на практически равные отдельности. Также фиксировали значительную активацию структуризации биологической жидкости относительно контрольного образца, преимущественно реализуемую за счет увеличения плотности кристаллических элементов, среди которых встречались и дендритные (в первую очередь – в центральной зоне микропрепарата). Следует подчеркнуть, что в этом случае конфигурация структур была близка к оптимальной, а процессы их разрушения – минимально выражены. Увеличение продолжительности воздействия холодной гелиевой плазмой до 3 минут оказывало менее благоприятный эффект в отношении кристаллогенных свойств биологической среды. В частности, в этих фациях обнаруживали тенденцию к умеренной хаотизации разломов, неоднородность текстуры и небольшое усложнение формируемых элементов, среди которых появляются единичные неразветвленные дендритные кристаллы. Важно, что при данном режиме обработки регистрировали повышение степени разрушенности последних, достигающее средней степени, в то время как краевая зона микропрепаратов умеренно сужается.

Результаты морфологического описания собственной кристаллизации плазмы крови при воздействии холодной гелиевой плазмы и неионизированного гелия полностью подтверждаются данными их визуаметрической оценки. Так, показанная выше тенденция к стимуляции кристаллогенной активности биосреды под влиянием потока холодной плазмы реализовалась в повышении кристаллизуемости и/или индекса структурности этих образцов по отношению к контрольным, причем выраженность данного эффекта была обратно пропорциональна продолжительности обработки. В частности, при 1-минутной экспозиции отмечали существенное увеличение как плотности структурных элементов фации, оцениваемой по уровню кристаллизуемости, так и по индексом структурности ($p<0,05$ по сравнению с фацией плазмы крови, на которую не оказывали никаких воздействий). При удлинении обработки биосубстрата холодной плазмой до 3 минут отмечали более чем двухкратное повышение индекса структурности (в 2,41 раза; $p<0,05$).

Напротив, воздействие на плазму крови человека гелиевого потока, не подвергавшегося предварительной ионизации, демонстрирует обратную тенденцию. Кратковременная обработка биосреды гелием (1 минута) не оказывала значимого модифицирующего влияния на ее кристаллогенную активность, на что указывает сохранение уровня кристаллизуемости и индекса структурности. Увеличение длительности обработки биожидкости (3 минуты) усиливало ингибирующий эффект воздействия, причем в этом режиме по обоим указанным показателям наблюдали достоверное снижение значений ($p<0,05$).

Заключение

Таким образом, холодная гелиевая плазма и неионизированный поток гелия оказывают модифицирующее влияние на кристаллогенные свойства плазмы крови при обработке in vitro. Для холодной гелиевой плазмы оно проявилось преимущественно в стимуляции кристаллогенной активности, тогда как у потока гелия обнаружена способность угнетать дегидратационную структуризацию биосреды. При этом наиболее оптимальной является 1-минутная экспозиция.

Литература.

1. Алейник, А. Н. Плазменная медицина / А. Н. Алейник. – Томск : Изд-во ТПУ, 2011. – 45 с.

2. Мартусевич, А. К. Кристаллография биологической жидкости как метод оценки ее физико-химических свойств / А. К. Мартусевич, Н. Ф. Камакин // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2007. – Т. 143, № 3. – С. 358-360.

3. Alkawareek, M. Y. Potential cellular targets and antibacterial efficacy of atmospheric pressure non-thermal plasma / M. Y. Alkawareek et al. // Int J. Antimicrob. Agents. – 2014. – Vol. 43. – P. 154-160.

4. Flynn, P. B. Potential cellular targets and antibacterial efficacy of atmospheric pressure non-thermal plasma / P. B. Flynn et al. // Sci. Rep. – 2016. – Vol. 6. – 26320.

УДК 599.322.2:574.3

ЧИСЛЕННОСТЬ БОБРА В ОХОТНИЧЬЕМ ХОЗЯЙСТВЕ АО «ЛЕПСЕ» ЮРЬЯНСКОГО РАЙОНА

Намёткин И. А. – аспирант 1 года обучения института биологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты учётных работ численности обыкновенного бобра (*Castor fiber*) на территории охотничьего хозяйства АО «Лепсе» Юрьянского района Кировской области в сезоне 2025–2026 гг. Установлено, что популяция бобра находится в стабильном состоянии с тенденцией к умеренному росту. Выявлены основные факторы, влияющие на расселение вида. Показано начало конфликтного взаимодействия с лесной инфраструктурой. Рекомендованы объёмы регулировочного изъятия.

Ключевые слова: бобр обыкновенный, численность, охотничье хозяйство, Юрьянский район, учёт бобровых поселений, регулирование популяции

Обыкновенный бобр (*Castor fiber L.*) является ключевым средообразующим видом водно-болотных угодий Кировской области [3, 5]. Его деятельность влияет на гидрологический режим малых рек, состояние пойменных лесов и продуктивность охотничьих угодий. В охотничьих хозяйствах региона, в том числе в АО «ЛЕПСЕ» Юрьянского района, численность бобра определяет возможности регулирования популяции, предотвращения гидротехнических аварий на лесных дорогах и рационального использования пушных ресурсов [1, 9]. Согласно многолетним данным, в Кировской области наблюдается восстановление ареала бобра, однако локальная плотность населения сильно варьирует в зависимости от кормности угодий и антропогенной нагрузки [2, 7].

Цель работы – оценить современную численность бобра на территории охотхозяйства АО «Лепсе» и выявить динамику за последние три года.

Материалы и методы. Исследования проводили в ноябре 2025 г. и марте 2026 г. на площади 35,12 тыс. га. Территория хозяйства расположена в южно-таёжной подзоне Кировской области (Юрьянский район). Использован маршрутный метод учёта бобровых поселений по береговой линии водотоков (реки Грядовица, Вочка, Горья, Коловка, Чернушка, Селячиха,

Талица и Медянка) и пойменным озёрам [4]. Общая протяжённость учётных маршрутов составила около 120 км. Учитывали количество жилых хаток, плотин и погрызов текущего года. Поселение считали действующим при наличии свежих погрызов и следов жизнедеятельности не старше зимнего сезона. Численность особей рассчитывали как среднее значение на одну семью (4,5 особи) согласно методическим рекомендациям [2, 8]. Для оценки динамики использованы данные ведомственной отчётности охотхозяйства за 2022 г.

Результаты исследований. Всего за период учёта обнаружено 27 действующих бобровых поселений, из которых 21 – на реках, 6 – на пойменных озёрах. Плотность населения составила 0,77 поселения на 1000 га угодий. Общая численность бобра оценена в 121 особь. Сравнение с данными 2022 г. (98 особей) показало рост численности на 21 %. Средний размер семьи составил 4,48 особи, что близко к литературным данным для южной тайги [5, 10].

Основные факторы роста – мягкие зимы последних двух лет, увеличение площади коренных пойменных лесов и снижение фактора беспокойства в связи с уменьшением рубок в водоохранных зонах. При этом отмечено начало конфликтного взаимодействия: 3 подтопления лесных дорог и 1 случай повреждения осушительной канавы. Данные территории требуют проведения регулировочных мероприятий. Наиболее высокая концентрация поселений (12 из 27) отмечена в среднем течении р. Грядовица и нижнем течении р. Вочка, где имеются обширные заросли ивы и осины.

Обсуждение. Полученные показатели плотности (0,77 поселений/1000 га) соответствуют средним значениям для южно-таёжных районов Кировской области, однако ниже промыслового порога, рекомендуемого ВНИИОЗ [3, 6]. Для предотвращения ущерба лесному хозяйству целесообразно планировать отлов в объёме 15–20 % от учтённой численности ежегодно [4, 8]. По данным [7], в соседних районах области плотность бобра достигает 1,2–1,5 поселения/1000 га, что сопровождается более частыми конфликтами. Относительно низкая плотность в АО «Лепсе» объясняется фрагментацией пойменных биотопов и наличием нескольких крупных осушительных систем, ограничивающих миграции [9]. Рост численности на 21 % за три года (с 98 до 121 особи) свидетельствует о благоприятных условиях, но требует осторожного прогноза: при сохранении текущих темпов через 2–3 года возможно превышение ёмкости угодий [1, 10]. Для раннего обнаружения конфликтных зон необходимо ежегодное картирование бобровых плотин с использованием GPS-навигации. В местах подтопления дорог рекомендован отлов семейств целиком, а не единичных особей, так как это более эффективно для гидрологической стабилизации [2].

Заключение. Популяция бобра в охотхозяйстве АО «Лепсе» находится в фазе роста и насчитывает 121 особь (по результатам учёта 2025–2026 гг.). Рекомендуется:

1) продолжить ежегодный мониторинг с разделением на зимний и весенний периоды;

2) провести картирование бобровых плотин с занесением в ГИС охотхозяйства;

3) рассмотреть вопрос о регулировании численности в зонах подтопления дорог в объёме до 20 % от учтённой численности;

4) организовать отлов в проблемных местах в соответствии с методиками [4, 8] и сдачу шкурок в заготовительные пункты.

Литература

1. Видовая структура добычи мелкой дичи в Кировской области в начале XXI века / Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников, А. В. Экономов [и др.] // Охота и охотничье хозяйство. – 2022. – № 1. – С. 6-10. – EDN CTBOJP.

2. Видовая структура добычи мелкой дичи в Кировской области в начале XXI века / Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников, А. В. Козлова [и др.]. – DOI 10.30766/2072-9081.2021.22.4.597-607 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 4. – С. 597-607. – EDN VLVPDI.

3. Добыча бобра (Castor fiber) в Кировской области: результаты мониторинга / Б. Е. Зарубин, М. В. Колокольчикова, В. А. Макаров, М. С. Шевнина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 6 (49). – С. 70-74. – EDN UPUMPH.

4. Козловский, И. С. Заготовки пушнины в Кировской области в довоенные, послевоенные и 60-е годы истекшего столетия / И. С. Козловский, М. С. Шевнина // Вестник охотоведения. – 2021. – Т. 18, № 1. – С. 4-7. – EDN DTYKDB.
5. Машкин, В. И. Звери России : учебное пособие / В. И. Машкин, М. А. Ларионова, М. С. Шевнина. – Санкт-Петербург : " ЛАНЬ", 2020. – 216 с. – ISBN 978-5-8114-5728-1. – EDN YALTUY.
6. Машкин, В. И. Звери России : учебное пособие / В. И. Машкин, М. А. Ларионова, М. С. Шевнина. – Издание второе, стереотипное. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 216 с. – ISBN 978-5-507-47599-5. – EDN QSGDMK.
7. Многолетние изменения и распределение ресурсов основных видов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. Н. Пиминов, А. В. Экономов [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 6 (55). – С. 56-61. – EDN WZIRPR.
8. Мониторинг ресурсов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. И. Машкин, В. Н. Пиминов [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2011. – № 3. – С. 30-32. – EDN NXXYKL.
9. Промысловая пушнина и пушно-меховой комплекс Кировской области : Аналитический доклад / В. А. Макаров, Б. Е. Зарубин, М. В. Колокольчикова [и др.]. – Киров : ООО «Альфа-Ком», 2012. – 89 с. – EDN KKZLPV.
10. Современное состояние ресурсов охотничьих животных России / В. И. Гревцев, И. С. Козловский, В. В. Колесников [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2010. – № 1. – С. 26-28. – EDN LABUTN.

УДК 599.735.5:574.3

АККЛИМАТИЗАЦИЯ ЛАНИ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*DAMA DAMA*) В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРВОГО ОПЫТА

Пеплов В. А. – магистрант 2 курса института биологии и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье на основе архивных отчётных материалов проанализирован первый опыт акклиматизации лани европейской (*Dama dama L.*) на Кавказском участке Краснодарского края в 1980–1990 гг. Установлено, что несмотря на высокую после транспортную смертность (до 16% в первые недели), популяция успешно адаптировалась. Выявлены особенности линьки, гона и питания в новых условиях. Показана эффективность перехода от вольерного к полувольному содержанию. Полученные данные имеют значение для современных программ разведения вида.

Ключевые слова: лань европейская, акклиматизация, Краснодарский край, полувольное содержание, биотехния, воспроизводство

Европейская лань (*Dama dama*) издавна разводится в лесных и парковых угодьях стран Центральной Европы [1, 9, 11]. Красивая внешность и ценные трофейные качества делают её желанным объектом спортивной охоты. В СССР активная акклиматизация лани началась в XX веке, преимущественно в Предкавказье, на Украине и в Молдавии [2, 3]. Однако подробные данные о первых этапах интродукции в Краснодарском крае оставались малоизвестными. Цель работы – ретроспективный анализ первого опыта акклиматизации лани европейской на Кавказском участке Краснодарского края в 1980–1990 гг. с оценкой биологических особенностей адаптации.

Материалы и методы. Материалом послужили рукописные отчёты сотрудника Кавказского охотничьего участка биолога-охотоведа Партылова Г.С. за 1980–1990 гг., а также личные наблюдения автора. Анализировали динамику численности, половозрастную

структуру, сроки линьки, гона, отела, рационы подкормки. Расчёт численности проводили прямым визуальным учётом в вольерах и на маршрутах [3, 4, 6].

Результаты исследования. В марте 1980 г. из Венгрии железнодорожным транспортом завезено 68 голов лани (34 самца, 34 самки) при соотношении 1:1. Условия перевозки были неблагоприятными: шум, теснота, стресс. Один самец пал в дороге, у одного сломана нога. В первые 4 часа после выпуска пало ещё 3 самца, в последующие две недели – 6 животных (перитонит на фоне голодания). Самки перенесли транспортировку лучше.

В 1980 г. отход составил 3 самки и 7 самцов, родилось 3 детёныша (выживаемость молодняка из-за паводка – всего 32%). К 1982 г. численность стабилизировалась: 43 самки и 36 самцов. В 1983 г. из-за падения сетки вольера часть животных вышла на волю (21 самка, 20 самцов), сформировались вольерная и вольная популяции.

В 1984 г. начался переход к полувольному содержанию: в стенках вольеров сделали вершинообразные проходы. Животные уходили на пастьбу днём и возвращались на подкормку вечером, преодолевая до 2,5 км. К 1990 г. общая численность достигла 216 голов.

Линька в первый год акклиматизации была задержана до 15 июня (в норме – до начала июня) [12]. Сброс рогов начался с середины мая, первыми сбросили рога самцы 6–8 лет. Гон проходил в три этапа (в литературе описано два): I этап – 3 недели, II этап – 1 неделя с ожесточёнными боями, III этап – 1 неделя. Отел из-за паводка в 1980 г. прошёл тяжело, выжило 8 из 25 детёнышей. Поедаемость кормов: постоянно поедались мокрица, подорожник ланцетовидный, клевер, люцерна; сезонно – крапива и ежевика (с июля на 60%). Зерновые (овёс, ячмень) поедались охотно. В 1982 г. отмечен падёж 3 самок, 1 самца и 2 сеголеток от переедания комбикорма (образование комка в желудке). Рекомендовано добавлять 50% половы.

Обсуждение. Первый опыт акклиматизации показал, что лань способна успешно адаптироваться к условиям Краснодарского края, несмотря на высокую начальную смертность [4, 5]. Ключевыми факторами успеха стали: мягкие зимы (средняя температура декабря –4°C, снежный покров 4–5 см), разнообразная естественная кормовая база (пойменные леса с дубом, ясенем, тополем, подлеском из жимолости, терна, ежевики) и своевременная подкормка [6, 7, 10]. Переход от вольерного к полувольному содержанию значительно улучшил фенотипические показатели: животные стали более рослыми, мускулистыми, без «сенного брюха», характерного для вольерных особей [1, 2]. Выявленные особенности (растянутый трёхэтапный гон, задержка линьки в первый год, высокая избирательность к сочным кормам) требуют учёта при планировании биотехнических мероприятий [5, 7, 8].

Заключение. Первый опыт акклиматизации лани европейской в Краснодарском крае (1980–1990 гг.) завершился успешно: сформировалась полувольная популяция численностью 216 особей. Основные уроки: необходимость щадящей диеты после транспортировки, недопустимость перекармливания комбикормом, эффективность вершинных проходов для полувольного содержания, важность сочных кормов в рационе. Рекомендуется использовать эти данные при современных программах разведения лани в регионе.

Литература

1. Аликсеров, А. Звери в вольерах. Вольер – долгосрочный проект / А. Аликсеров // Охота – национальный охотничий журнал. – 2012. – № 7. – С. 24-26.

2. Данилкин, А. А. Дикие копытные в охотничьем хозяйстве / А. А. Данилкин. – Москва : ГЕОС, 2006. – 366 с.

3. Данилкин, А. А. Фермерское охотничье хозяйство / А. А. Данилкин. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 132 с.

4. Колосов, А. М. Охрана и обогащение фауны СССР / А. М. Колосов. – Москва : Лесная промышленность, 1975. – 278 с.

5. Кудактин, А. Н. Итоги акклиматизации пятнистого оленя и Лани Европейской на Кубани / А. Н. Кудактин, Н. Г. Козменко, Д. В. Степанов // Охотничье и сельское хозяйство: взаимодействие для сохранения биоразнообразия : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках юбилейных мероприятий,

посвященных 60-летию подготовки охотоведов в г. Кирове и 95-летию ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Киров, 19–20 июня 2025 года. – Киров, 2025. – С. 113-121. – EDN IUKGYP.

6. Машкин, В. И. Звери России : учебное пособие / В. И. Машкин, М. А. Ларионова, М. С. Шевнина. – Санкт-Петербург : " ЛАНЬ", 2020. – 216 с. – ISBN 978-5-8114-5728-1. – EDN YALTUY.

7. Машкин, В. И. Звери России : учебное пособие / В. И. Машкин, М. А. Ларионова, М. С. Шевнина. – Издание второе, стереотипное. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 216 с. – ISBN 978-5-507-47599-5. – EDN QSGDMK.

8. Многолетние изменения и распределение ресурсов основных видов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. Н. Пиминов, А. В. Экономов [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 6 (55). – С. 56-61. – EDN WZIRPR.

9. Мониторинг ресурсов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. И. Машкин, В. Н. Пиминов [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2011. – № 3. – С. 30-32.

10. Павлов, М. П. Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР / М. П. Павлов. – Киров, 1999. – 666 с.

11. Современное состояние ресурсов охотничьих животных России / В. И. Гревцев, И. С. Козловский, В. В. Колесников [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2010. – № 1. – С. 26-28.

12. Стекленнев, Е. П. Факторы, обуславливающие сроки линьки лани европейской (Dama dama) в климатических условиях юга Украины / Е. П. Стекленнев, В. Н. Смаголь // Вестник зоологии. – 2001. – Т. 35, № 5. – С. 97-101.

УДК 599.735.5:574.3

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И БИОТЕХНИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗВЕДЕНИЯ ЛАНИ ЕВРОПЕЙСКОЙ (*DAMA DAMA*) В ВОЛЬЕРНОМ КОМПЛЕКСЕ БЕЛОРЕЧЕНСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Пеплов В. А. – магистрант 2 курса института биологии и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты мониторинга популяции лани европейской (Dama dama) в вольерном комплексе государственного природного заказника «Белореченский» (Краснодарский край) за 2018–2024 гг. Установлено снижение выхода молодняка с 67 до 53 особей при неизменном маточном поголовье (98 голов). Применение усовершенствованных рационов (сочные корма, сено, концентраты) позволило увеличить массу тела самцов на 16,5%, самок – на 17,9%. Выявлены причины депрессии воспроизводства (старение маточного стада, дисбаланс полов, отсутствие выбраковки). Предложены меры по омоложению популяции.

Ключевые слова: лань европейская, вольерное разведение, Краснодарский край, биотехния, воспроизводство, маточное поголовье

В связи с эпизоотией африканской чумы свиней и резким снижением численности дикого кабана в Краснодарском крае возникла необходимость замещения этого вида альтернативными копытными [4]. В 2015 г. на территории государственного природного (зоологического) заказника «Белореченский» построен вольер площадью 85 га, куда завезено 72 особи европейской лани из Польши (57 самок, 15 самцов). Цель работы – оценить современное состояние популяции лани в вольерном комплексе, выявить факторы, лимитирующие воспроизводство, и разработать рекомендации по оптимизации биотехнических мероприятий.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2018–2025 гг. на территории вольерного комплекса ГПЗЗ «Белореченский» (Белореченский район, Краснодарский край).

Объём полевых работ – более 500 дней, протяжённость маршрутов – около 100 км. Использованы методы маршрутных учётов, визуальных наблюдений [10], контрольного взвешивания животных (с применением препарата «Ксиланит» для иммобилизации). Проанализированы рационы кормления и динамика численности по актам учёта.

Результаты. По состоянию на декабрь 2025 г. в вольере содержится 151 особь лани: 71 самка, 27 самцов (маточное поголовье – 98 голов) и 53 особи молодняка текущего года. В 2018–2024 гг. выпущено в заказники и общедоступные угодья 285 ланей (2018 – 28, 2019 – 37, 2020 – 44, 2021 – 51, 2022 – 67, 2023 – 58). При этом с 2021 г. наблюдается устойчивое снижение выхода молодняка: 2021 – 51, 2022 – 67, 2023 – 58, 2023 (осень) – 43, 2023 (ноябрь) – 20, к декабрю 2023 – 53. Средний возраст маточного поголовья достиг 11 лет (завоз 2015 г. – животные 2-летнего возраста). В 2017 г. проведено контрольное взвешивание: масса самцов в среднем 61,9 кг (min 55,0, max 77,0), самок – 40,2 кг (min 38,3, max 44,1). Это ниже средних показателей для вида [5, 9]. После внедрения усовершенствованных рационов (сочные кормы – свекла/морковь 1,3 кг/голову в сутки, сено 0,7 кг, концентраты – пшеница 0,5 кг, минеральная подкормка 0,02 кг) в 2018 г. масса самцов увеличилась до 72,1 кг (+16,5%), самок – до 47,4 кг (+17,9%). Улучшились качество шерстного покрова и упитанность. В 2023 г. выявлено преобладание самцов среди молодняка (около 70%) – начало саморегуляции численности в условиях ограниченного пространства. Соотношение полов в маточном стаде далеко от оптимального (оптимум – 5–7 самок на самца) [1 - 3].

Обсуждение. Снижение выхода молодняка связано с тремя основными факторами: старение маточного поголовья (верхняя возрастная граница для разведения – 8 лет, животные старше частично утрачивают репродуктивную функцию), внутрипопуляционная конкуренция (более молодые и сильные самцы тратят время на турнирные бои, самки остаются непокрытыми), отсутствие выбраковки (в отчёте по госконтракту №60 указана необходимость ежегодной выбраковки 3 самцов в возрасте 9–10 лет при стаде в 100 голов). Применение рационов, разработанных ещё в 80-х годах XX века, доказало свою эффективность: прирост массы на 16–18% за год. Однако вольерное содержание без омоложения стада и «вливания свежей крови» ведёт к деградации популяции [1, 2]. Выпуск возрастных особей в естественную среду нецелесообразен (средняя продолжительность жизни в природе 15–16 лет, адаптационный потенциал низок) [5 - 7].

Заключение. Популяция лани европейской в вольерном комплексе Белореченского района насчитывает 151 особь, но находится в фазе репродуктивной депрессии из-за старения маточного поголовья (средний возраст 11 лет) и отсутствия выбраковки. Рекомендуется: провести выбраковку возрастных самцов путём отстрела на платной основе с законодательным определением стоимости; вырученные средства направить на закупку новых животных для «вливания свежей крови»; в 2026 г. оставить часть молодняка в вольере для омоложения маточного стада (по аналогии с положительным опытом 2016 г.); продолжить применение усовершенствованных рационов с сочными кормами и минеральной подкормкой круглогодично [8, 9].

Литература

1. Аликсеров, А. Звери в вольерах. Вольер – долгосрочный проект / А. Аликсеров // Охота – национальный охотничий журнал. – 2012. – № 7. – С. 24-26.

2. Данилкин, А. А. Дикие копытные в охотничьем хозяйстве / А. А. Данилкин. – Москва : ГЕОС, 2006. – 366 с.

3. Козлов, В. М. Особенности кормления копытных (Cervus elaphus L., Dama dama L., Sus scrofa L.) в условиях вольерного содержания / В. М. Козлов, Н. Н. Овечкина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 6 (48). – С. 16-19. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-kormleniya-kopytnyh-cervus-elaphus-l-dama-dama-l-sus-scrofa-l-v-usloviyah-voliernogo-soderzhaniya. (дата обращения: 28.01.2026).

4. Кудактин, А. Н. Итоги акклиматизации пятнистого оленя и Лани Европейской на Кубани / А. Н. Кудактин, Н. Г. Козменко, Д. В. Степанов // Охотничье и сельское хозяйство:

взаимодействие для сохранения биоразнообразия : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 60-летию подготовки охотоведов в г. Кирове и 95-летию ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Киров, 19–20 июня 2025 года. – Киров, 2025. – С. 113-121.

5. Машкин, В. И. Звери России : учебное пособие / В. И. Машкин, М. А. Ларионова, М. С. Шевнина. – Санкт-Петербург : ЛАНЬ, 2020. – 216 с. – ISBN 978-5-8114-5728-1. – EDN YALTUY.

6. Многолетние изменения и распределение ресурсов основных видов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. Н. Пиминов, А. В. Экономов [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 6 (55). – С. 56-61. – EDN WZIRPR.

7. Мониторинг ресурсов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. И. Машкин, В. Н. Пиминов [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2011. – № 3. – С. 30-32.

8. Павлов, М. П. Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР / М. П. Павлов. – Киров, 1999. – 666 с.

9. Современное состояние ресурсов охотничьих животных России / В. И. Гревцев, И. С. Козловский, В. В. Колесников [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2010. – № 1. – С. 26-28.

10. Гудовских, Ю. В. Материалы к характеристике растительности Троицко-Печорского района Республики коми / Ю. В. Гудовских, А. В. Кислицына, Н. И. Катаргина // Знания молодых: наука, практика и инновации : Сборник научных трудов XVIII международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 18–19 апреля 2019 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – Часть 1. – С. 67-69.

УДК 581.5

КОМПЛЕКСНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ФЛОРЫ ТЕРРИТОРИИ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. ПЕЧОРА

Перескокова А. Э. – студент 4 курса института биологии и ветеринарной медицины
Гвоздева В. А. – студент 4 курса института биологии и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Сохранение и изучение биологического разнообразия наиболее эффективно осуществляется в системе ООПТ, объектами охраны в которой являются как отдельные виды, так и сообщества, и их комплексы. Одной из проблем является наличие значительного количества ООПТ, занимающих незначительную площадь, и в силу этого недостаточно эффективно в пространственном и временном аспектах, выполняющих функцию сохранения биоразнообразия.

Ключевые слова: ООПТ, растительность, флора, Голарктика, бореальный характер

Экологическая доктрина РФ рассматривает создание и развитие ООПТ разного уровня и режима в числе основных направлений государственной политики в области экологии. Развитие и совершенствование сети ООПТ обеспечивает выполнение РФ своих международных обязательств по реализации решений Всемирного саммита по устойчивому развитию, Конвенции о биологическом разнообразии, Конвенции об охране Всемирного культурного и природного наследия, Общеевропейской стратегии в области биологического и ландшафтного разнообразия и других международных соглашений. ООПТ, полностью или частично изъятые из хозяйственного использования, имеют исключительное значение для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия как основы биосферы.



Рисунок 1 – Особо охраняемые природные территории Республики Коми (Дегтева, 2010)

Сохранение и изучение биологического разнообразия наиболее эффективно осуществляется в системе ООПТ, объектами охраны в которой являются как отдельные виды, так и сообщества и их комплексы. Система ООПТ Республики Коми играет важную роль в решении проблемы сохранения генофонда редких видов растений, животных и грибов. В границах объектов природно-заповедного фонда сосредоточены места обитания примерно 80 % от общего числа редких видов, включенных в Красную книгу Республики Коми.

Цель работы: Комплексное экологическое обследование территории Еремеевского участкового лесничества Печоро-Илычского лесничества.

Задачи работы: комплексное экологическое обследование. Изучение растительности и флоры территорий, рекомендуемых к охране, установление природоохранной значимости региона исследований.

Материалы, методики и методы работ.

Исследовалась левобережная часть бассейна р. Печора (Участок расположен на водораздельном пространстве рек Щугор и Подчерье; бассейнах рек Тименка и малый Емель, непосредственно примыкает к левобережной части р. Подчерье; территории Национального парка «Югыд ва» и Печоро-Илычского государственного заповедника).

При проведении исследования использованы фондовые, гербарные, аналитические и литературные материалы, имеющиеся у исполнителя, фондовые материалы ВНИИОЗ, материалы фенокорреспондентской службы ВНИИОЗ. В работе использованы также материалы и сведения ГБУ РК ТФИ РК, МПР РК.

Проведено комплексное экологическое обследование территории, рекомендованных к охране левобережной части бассейна р.Печора, обосновывающее придание этой территории правового статуса особо охраняемой природной территории местного значения, учитывающего традиционное природопользование местного населения, и ТЭО развития традиционного природопользования на этой территории.

Изучена растительность и флоры территорий, рекомендуемых к охране, установление природоохранной значимости региона исследований. Составлены и проанализированы конспекты флоры.

Результаты исследований.

Обширность исследуемой территории и разнообразие природных условий обусловили высокое богатство флоры сосудистых растений. В настоящее время в пределах объекта исследований можно выделить не менее 775 видов. В пятерку семейств, отличающихся наибольшим видовым разнообразием, входят Asteraceae (95 видов), Poaceae (76), Rosaceae (52), Cyperaceae (43) и Caryophyllaceae (38). Лидирующее положение трех первых семейств характерно для всех бореальных флор Евразии. Высокое положение семейств Cyperaceae и Caryophyllaceae отражает положение территории в горной Уральской стране.

Аборигенную фракцию флоры составляют 690 видов (89%). Соотношение местных и адвентивных видов во флоре представлено на рис. 2



Рисунок 2 – Соотношение местных и адвентивных видов во флоре исследуемой территории

Ядро флоры составляют бореальные виды – 59%, так же присутствуют подтаежные (бореально-неморальные) растения. Доля собственно неморальных видов относительно невысока. Значительное количество видов относится к гипоарктическим и гипоарктогорным – 7%, ряд видов - к арктоальпийской (Dryas octopetala, Salix reticulata и др.) группе. Таким образом, флора носит преимущественно бореальный характер.

По классификации жизненных форм И.Г. Серебрякова (рисунок 3), травянистые растения составляют 92,0%, среди них преобладают травянистые поликарпики (71,0%), что характерно для умеренных флор Голарктики.

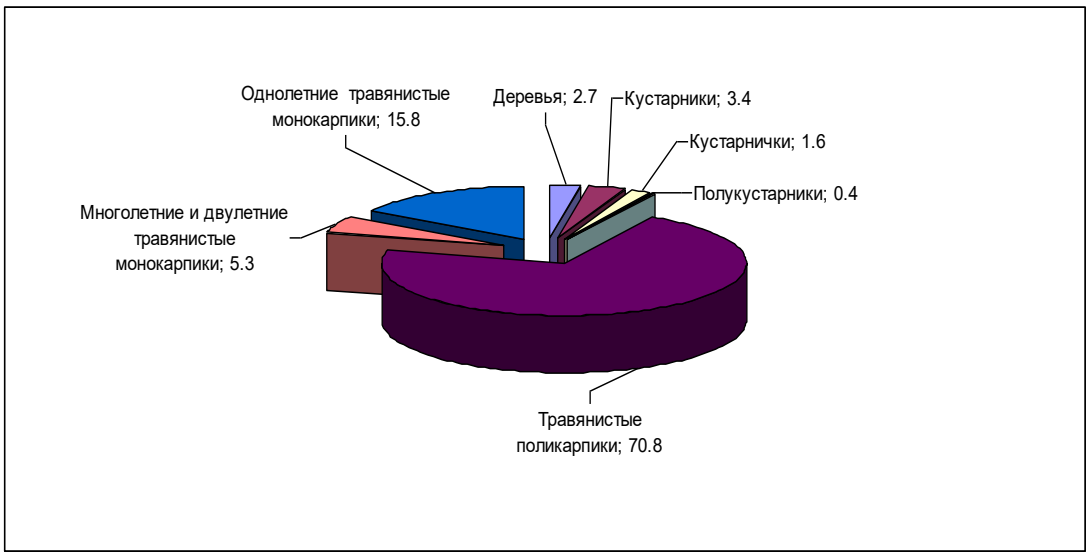


Рисунок 3 – Соотношение отделов и типов жизненных форм (по И. Г. Серебрякову, 1962)

Таким образом, результаты проведенного комплексного анализа показали, что флора проектируемого объекта характеризуется преобладанием бореальных элементов при значительном участии неморальных и бореально-неморальных видов, обладает достаточно высоким уровнем альфа-разнообразия и представлена типичными для таежной зоны аборигенными представителями флоры. Высокое флористическое богатство обозначенного участка определяется разнообразием в его пределах ландшафтов и экотопов. Отличительной чертой флоры изучаемой территории является низкая степень ее трансформации и нарушенности.

Литература
1. Биологическое разнообразие Уральского Припечорья / под ред. В. И. Пономарева, Т. Н. Пыстиной. – Сыктывкар, 2009. – 261 с.
2. Экологическое обследование территорий, планируемых для присоединения к национальному парку Югыд Ва / Ю. В. Гудовских, Н. Ю. Чиркова, Т. Л. Егошина [и др.] // Актуальные проблемы региональной экологии и биодиагностика живых систем : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции-выставки инновационных экологических проектов с международным участием, Киров, 26–28 ноября 2013 года. – Киров : Типография ООО "Лобань", 2013. – С. 429-432.
3. Гудовских, Ю. В. Материалы к характеристике растительности Троицко-Печорского района Республики Коми / Ю. В. Гудовских, А. В. Кислицына, Н. И. Катаргина // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов XVIII международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 18–19 апреля 2019 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – Часть 1. – С. 67-69.
4. Дегтева, С. В. Роль системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в сохранении редких видов / С. В. Дегтева, И. И. Полетаева, Т. Н. Пыстина // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2011. – № 4 (8). – С. 35-41.
5. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М. В. Ломоносова. – Москва : КМК, 2008. – 885 с.
6. Мартыненко, В. А. Флора северной и средней подзон тайги европейского Северо-Востока : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Мартыненко Вера Антоновна. – Екатеринбург, 1996. – 31 с.
7. Усатова, Н. И. Биоразнообразие флоры в отдельных зонах левой береговой части бассейна реки Печора / Н. И. Усатова // Знания молодых: наука, практика и инновации : Материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 24-28.

УДК 639.111.1:599.742.4(470.342)

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ЛЕСНОЙ КУНИЦЫ (*MARTES MARTES*) В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Саламатов П. П. – магистрант 2 курса института биологии и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты изучения территориального распределения и популяционной структуры лесной куницы (*Martes martes*) на территории Кировской области в период 2023–2025 гг. Установлено, что плотность населения вида составляет 1,68–2,10 особи на 1000 га, численность стабильна с тенденцией к умеренному росту. Выявлены особенности биотопического распределения и половозрастной структуры популяции. Определены основные факторы, влияющие на пространственное размещение вида.

Ключевые слова: лесная куница, Кировская область, территориальное распределение, плотность населения, половозрастная структура, биотопическая приуроченность

Лесная куница (*Martes martes L.*) является одним из наиболее ценных пушных видов на территории Кировской области [4, 8]. Обладая широким ареалом, вид населяет все лесные массивы региона, однако плотность населения и структура популяции существенно варьируют

в зависимости от кормности угодий, защитных свойств биотопов и антропогенного воздействия [6, 7]. Кировская область расположена в подзонах средней и южной тайги, что создаёт благоприятные условия для обитания лесной куницы [3, 9]. Цель работы – изучить территориальное распределение и популяционную структуру лесной куницы на территории Кировской области.

Материалы и методы. Полевые материалы собраны автором в период с апреля 2023 по март 2025 года на территории охотничьего хозяйства Кировской области. Пройдено более 450 км маршрутов по местам обитания куницы. В зимние месяцы проводили учёт и плановый отлов зверьков с использованием капканов КП-120 (производство ООО «Тропа 43», г. Киров). Учитывали количество добытых особей с разделением по полу и возрасту, фиксировали погодные условия, тип биотопа, способ установки капкана и тип приманки [4, 6]. Для анализа территориального распределения использовали материалы внутрихозяйственного охотустройства. Статистическую обработку проводили методами вариационной статистики.

Результаты. На территории охотхозяйства (площадь 31,27 тыс. га) численность лесной куницы в 2023–2025 гг. составила: 2023 г. – 54 особи (плотность 1,73 особи/1000 га), 2024 г. – 60 особей (1,92), 2025 г. – 65 особей (2,08). Таким образом, численность стабильна с тенденцией к умеренному росту (в 2025 г. рост на 20% относительно 2023 г.) [7, 9]. Бонитировка местообитаний показала, что для куницы 48,1% угодий (15059 га) относятся к хорошим (ельники заболоченные, ельники мшистые), 15,4% (4803 га) – к плохим (ельники средневозрастные, сосняки, осинники молодые). Средневзвешенный показатель качества местообитаний составил 122,5 балла, что соответствует III классу бонитета [6, 8]. За период исследований (2023–2025 гг.) добыто 35 особей куницы. Соотношение полов: самцы составили 68–72%, самки – 28–32%. Возрастная структура: молодые особи (сеголетки и годовики) – 64%, взрослые – 36%. Распределение по биотопам: наибольшая встречаемость куницы отмечена в ельниках заболоченных (57% от всех встреч), в ельниках мшистых (28%), в смешанных лесах (12%), в мелколиственных лесах (3%). В чистых сосняках и на открытых вырубках куница отмечена не была [3, 6].

Обсуждение. Полученные показатели плотности населения (1,73–2,08 особи/1000 га) соответствуют средним значениям для южно-таёжных районов Кировской области, но ниже показателей северных районов (до 3,5 особи/1000 га), что связано с более мозаичной структурой угодий и большей антропогенной нагрузкой в центральной части региона [7, 8]. Преобладание самцов в добыче (68–72%) объясняется их большей подвижностью и активностью в поисках пищи, особенно во второй половине зимы, что подтверждается литературными данными [4, 6]. Высокая доля молодых особей (64%) свидетельствует о хорошем воспроизводстве популяции и благоприятных кормовых условиях в угодьях [1, 2]. Выявленное биотопическое распределение (85% встреч в ельниках заболоченных и мшистых) подтверждает приуроченность лесной куницы к старым темнохвойным лесам с наличием дуплистых деревьев и валежника, что обеспечивает как защитные условия, так и кормовую базу (прежде всего мышевидные грызуны) [5, 6, 9].

Заключение. Популяция лесной куницы в Кировской области находится в стабильном состоянии с тенденцией к росту (плотность 1,73–2,08 особи/1000 га). Основные местообитания – ельники заболоченные и мшистые (85% всех встреч). В добыче преобладают самцы (68–72%) и молодые особи (64%). Рекомендуется: 1) продолжить ежегодный мониторинг численности и структуры популяции; 2) при планировании объёмов добычи учитывать долю молодняка в популяции; 3) сохранять в охотхозяйствах участки старых темнохвойных лесов как ключевые местообитания вида.

Литература

1. Видовая структура добычи мелкой дичи в Кировской области в начале XXI века / Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников, А. В. Козлова [и др.]. – DOI 10.30766/2072-9081.2021.22.4.597-607 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 4. – С. 597-607.
2. Добыча бобра (Castor fiber) в Кировской области: результаты мониторинга / Б. Е. Зарубин, М. В. Колокольчикова, В. А. Макаров, М. С. Шевнина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 6 (49). – С. 70-74.
3. Добыча выдры (Lutra lutra): результаты мониторинга / Б. Е. Зарубин, В. А. Макаров, Д. П. Стрельников, М. С. Шевнина // Вестник охотоведения. – 2017. – Т. 14, № 3. – С. 185-192.
4. Емкость среды обитания охотничьих зверей и птиц / В. И. Машкин, В. И. Гревцев, В. В. Колесников [и др.]. – Киров : ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2013. – 333 с.
5. Многолетние изменения и распределение ресурсов основных видов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. Н. Пиминов, А. В. Экономов [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 6 (55). – С. 56-61.
6. Научно обоснованные предложения для государственной системы мониторинга ресурсов основных видов охотничьих животных в Российской Федерации / В. В. Колесников, М. Г. Дворников, Б. Е. Зарубин [и др.]. – Киров : Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова, 2017. – 97 с.
7. Промысловая пушнина и пушно-меховой комплекс Кировской области : аналитический доклад / В. А. Макаров, Б. Е. Зарубин, М. В. Колокольчикова [и др.]. – Киров : ООО «Альфа-Ком», 2012. – 89 с.
8. Современное состояние ресурсов охотничьих животных России / В. И. Гревцев, И. С. Козловский, В. В. Колесников [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2010. – № 1. – С. 26-28.
9. Усатова, Н. И. Биоразнообразие флоры в отдельных зонах левой береговой части бассейна реки Печора / Н. И. Усатова // Знания молодых: наука, практика и инновации : Материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. – С. 24-28.

УДК 639.1.081

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПКАННОГО ПРОМЫСЛА ЛЕСНОЙ КУНИЦЫ (*MARTES MARTES*) В ОХОТНИЧЬЕМ ХОЗЯЙСТВЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Саламатов П. П. – магистрант 2 курса института биологии и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты анализа эффективности капканного промысла лесной куницы (*Martes martes*) на территории охотничьего хозяйства Кировской области в сезонах 2023–2025 гг. Установлено, что наибольшая добычливость отмечена при использовании капканов КП-120 с приманкой из скумбрии холодного копчения (66% от общего числа пойманных зверьков). Выявлена зависимость активности куницы от температуры воздуха: максимальная добыча при температуре от –10 до –15°С (43% от всех случаев). Определены оптимальные сроки и способы постановки капканов.

Ключевые слова: лесная куница, капканный промысел, КП-120, приманка, сезонная активность, эффективность охоты, Кировская область

О добыче таких ценных массовых видов пушных зверей как куница и соболь в России написано множество научных очерков, статей и книг. Подробно описаны различные способы отлова зверьков различными ловушками, петлями и капканами. Большая часть стационарных самоловов, описанная такими исследователями, как В.А. Замахаев (1970), А.С. Залесов (2016), в настоящее время на практике не используется [4, 8, 9]. Капканный промысел является одним из основных способов добычи лесной куницы в Кировской области, особенно во второй половине зимы, когда глубокий снег затрудняет охоту с собаками [3, 15]. Применение современных гуманных капканов (проходных давящих) позволяет минимизировать дефектность шкурок и снизить травматизм животных [6, 8]. Однако эффективность промысла зависит от многих факторов: типа капкана, вида приманки, погодных условий, способа установки и места расположения. Качество шкурок куницы, добытой разными способами, также варьирует [7, 14]. Цель работы – оценить эффективность капканного промысла лесной куницы и выявить оптимальные параметры его проведения в условиях Кировской области.

Материалы и методы. Исследования проведены в охотничьем хозяйстве Кировской области в сезоны охоты 2023–2024 и 2024–2025 гг. Использованы капканы КП-120 (проходные давящие, диаметр рамки 120 мм, усилие срабатывания около 30 г).

Капканы устанавливали двумя способами: «под веник» (на высоте 160–180 см от земли, приманка ниже капкана) и «на взбежик» (на наклонной жерди на высоте 120–150 см) [3, 5]. В качестве приманки использовали скумбрию холодного копчения, мясо бобра и специальную квашеную приманку из мойвы.

Всего за два сезона выставлено 85 капканов, проведено 28 проверок, добыто 33 особи лесной куницы. Анализировали добычливость в зависимости от способа установки, типа приманки и температуры воздуха.

Результаты. В сезоне 2023–2024 гг. выставлено 40 капканов, проведено 15 проверок, добыто 18 особей лесной куницы. В сезоне 2024–2025 гг. выставлено 45 капканов, проведено 13 проверок, добыто 15 особей лесной куницы. Общая добыча за два сезона – 33 особи лесной куницы.

Эффективность различных типов приманки:

- скумбрия холодного копчения – 22 особи (66% от добычи);
- мясо бобра – 6 особей (18%);
- квашеная приманка из мойвы – 5 особей (16%).

Зависимость добычи куницы от температуры воздуха (по данным 2023–2025 гг.):

- от –1 до –6°C – 5 особей (24%);
- от –10 до –15°C – 9 особей (43%);
- от –20 до –25°C – 3 особи (14%);
- ниже –30°C – 0 особей (0%);
- при оттепелях – 4 особи (19%).

Сравнение способов установки: в начале сезона (октябрь–декабрь) эффективнее установка «под веник» (67% попаданий), во второй половине зимы (январь–февраль) – установка «на взбежик» (58% попаданий). При температуре выше –10°C куницы чаще попадались в капканы «под веник», при температуре ниже –15°C – «на взбежик» [3, 6].

Обсуждение. Более высокая эффективность приманки из скумбрии холодного копчения (66%) объясняется её сильным и устойчивым запахом, который сохраняется даже при низких температурах. Квашеная приманка из мойвы также эффективна, но требует длительной подготовки (1–2 месяца) [1, 2].

Применение биологически активных добавок, таких как янтарная кислота, в кормлении пушных зверей [1, 2] показывает, что качество шкуркового сырья может быть улучшено, что актуально и для оценки продукции капканного промысла. Зависимость добычи куницы от

температуры подтверждает литературные данные о снижении активности этого хищника при сильных морозах (ниже –25°С) и при оттепелях (из-за образования наста и наледи). Оптимальный температурный диапазон для промысла – от –10 до –15°С, когда куница наиболее подвижна и охотно идёт на приманку [6, 13].

Смена предпочтительного способа установки в течение сезона объясняется поведенческими особенностями: в тёплую погоду куница больше полагается на обоняние и легче находит приманку «под веником», в сильные морозы запахи распространяются хуже, и зверёк больше пользуется зрением, поэтому эффективнее установка «на взбежик» [8, 12]. Согласно рекомендациям по мониторингу охотничьих ресурсов [9], учёт добычи и анализ её эффективности должны проводиться регулярно.

Заключение. Капканный промысел лесной куницы в Кировской области наиболее эффективен при использовании капканов КП-120 с приманкой из скумбрии холодного копчения (66% добычи). Оптимальный температурный режим для промысла – от –10 до –15°С (43% добычи). В первой половине сезона (октябрь–декабрь) рекомендуется установка капканов «под веник», во второй половине (январь–февраль) – «на взбежик».

Рекомендуется:

1) проводить предсезонную подготовку приманок (квашение) за 1–2 месяца;

2) при температуре ниже –25°С временно приостанавливать промысел;

3) использовать комбинацию способов установки в зависимости от погодных условий;

4) проводить оценку товарных свойств шкурок добытых куниц [7, 11, 16] для контроля качества пушнины.

Литература

1. Беспятых, О. Ю. Влияние разных доз янтарной кислоты на качество шкурок пушных зверей / О. Ю. Беспятых, А. Е. Кокорина, Т. В. Тебенькова // Зоотехния. – 2011. – № 10. – С. 18.

2. Беспятых, О. Ю. Рост и качество шкурок молодняка пушных зверей при использовании добавки янтарной кислоты / О. Ю. Беспятых, А. Е. Кокорина, Т. В. Тебенькова // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2011. – № 3. – С. 91-97.

3. Видовая структура добычи мелкой дичи в Кировской области в начале XXI века / Б. Е. Зарубин, В. В. Колесников, А. В. Козлова [и др.]. – DOI 10.30766/2072-9081.2021.22.4.597-607 // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 4. – С. 597-607.

4. Гудовских, Ю. В. Материалы к характеристике растительности Троицко-Печорского района Республики Коми / Ю. В. Гудовских, А. В. Кислицына, Н. И. Катаргина // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов XVIII международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 18–19 апреля 2019 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – Часть 1. – С. 67-69.

5. Добыча бобра (Castor fiber) в Кировской области: результаты мониторинга / Б. Е. Зарубин, М. В. Колокольчикова, В. А. Макаров, М. С. Шевнина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 6 (49). – С. 70-74.

6. Добыча выдры (Lutra lutra): результаты мониторинга / Б. Е. Зарубин, В. А. Макаров, Д. П. Стрельников, М. С. Шевнина // Вестник охотоведения. – 2017. – Т. 14, № 3. – С. 185-192.

7. Емкость среды обитания охотничьих зверей и птиц / В. И. Машкин, В. И. Гревцев, В. В. Колесников [и др.]. – Киров : ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2013. – 333 с.

8. Залесов, А. С. Самоловные орудия охоты, основы их применения : учебное пособие / А. С. Залесов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – 201 с.

9. Применение самоловов на промысле пушных зверей. Методические материалы / разработал В. А. Замахаев. – Москва : Колос, 1970. – 45 с.

10. Козлов, В. М. Технологические аспекты использования ресурсов лесной куницы / В. М. Козлов, А. С. Морозов // Биологические науки и биоразнообразие : Материалы I научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых, Киров, 27–29 октября 2021 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – С. 24-28.
11. Многолетние изменения и распределение ресурсов основных видов охотничьих животных России / В. В. Колесников, В. Н. Пиминов, А. В. Экономов [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 6 (55). – С. 56-61.
12. Научно обоснованные предложения для государственной системы мониторинга ресурсов основных видов охотничьих животных в Российской Федерации / В. В. Колесников, М. Г. Дворников, Б. Е. Зарубин [и др.]. – Киров : Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова, 2017. – 97 с.
13. Промысловая пушнина и пушно-меховой комплекс Кировской области : аналитический доклад / В. А. Макаров, Б. Е. Зарубин, М. В. Колокольчикова [и др.]. – Киров : ООО «Альфа-Ком», 2012. – 89 с.
14. Реусова, Т. В. Сравнительная характеристика товарных свойств шкурок куницы мягкой разных районов добычи / Т. В. Реусова, О. А. Стрепетова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов научно-практической конференции, Москва, 08 ноября 2022 года / Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. – Москва : Сельскохозяйственные технологии, 2022. – С. 528-529.
15. Современное состояние ресурсов охотничьих животных России / В. И. Гревцев, И. С. Козловский, В. В. Колесников [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2010. – № 1. – С. 26-28.
16. Усатова, Н. И. Биоразнообразие флоры в отдельных зонах левой береговой части бассейна реки Печора / Н. И. Усатова // Знания молодых: наука, практика и инновации : Материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. – С. 24-28.

УДК 599.735.3

РЕИНТРОДУКЦИЯ БУХАРСКОГО ОЛЕНЯ В УСЛОВИЯХ ДАЛЬВЕРЗИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСООХОТНИЧЬЕГО ХОЗЯЙСТВА

Хазраткулов А. Х.[1] – магистрант института биологии и ветеринарной медицины
Чумичова Н. А.[2] – директор ООО «Джидали»
[1] ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия
[2] ООО «Джидали», г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье представлены результаты реализации проекта по восстановлению популяции бухарского оленя на территории Дальверзинского государственного лесоохотничьего хозяйства. Рассматриваются природные условия региона, этапы реинтродукции, организация содержания животных, ветеринарное обеспечение и перспективы развития проекта. Полученные данные свидетельствуют о создании благоприятных условий для адаптации и формирования устойчивой популяции вида.

Ключевые слова: бухарский олень, реинтродукция, тугайные экосистемы, биоразнообразие, охрана природы, Дальверзинская степь, экотуризм

Введение. Сохранение редких и исчезающих видов является приоритетным направлением современной природоохранной деятельности. Бухарский олень относится к

числу уязвимых подвидов и требует специальных мер по восстановлению численности и расширению ареала [1, 2]. Реинтродукция в исторические места обитания рассматривается как эффективный инструмент восстановления популяции. Дальверзинское государственное лесоохотничье хозяйство представляет собой перспективную территорию для реализации природоохранных программ благодаря наличию тугайных экосистем и подходящих природных условий [3, 4]. Следует отметить, что значительную роль в развитии территории и обеспечении хозяйственной деятельности играет ООО «Джидали», начавшее свою работу в 2019 году. С момента основания предприятие активно участвует в освоении и рациональном использовании земельных ресурсов Дальверзинской степи. Одним из важных направлений деятельности ООО «Джидали» является развитие экотуризма, направленного на сохранение природных комплексов и повышение экологической культуры населения. Кроме того, предприятие участвует в развитии инфраструктуры, необходимой для реализации природоохранных проектов, включая мероприятия по восстановлению популяции бухарского оленя. Деятельность ООО «Джидали» способствует устойчивому использованию природных ресурсов и сохранению биоразнообразия региона.

Целью исследования является оценка условий содержания и эффективности реализации проекта по восстановлению популяции бухарского оленя на территории хозяйства.

Материал и методы работы. Исследование проводилось на территории Дальверзинского государственного лесоохотничьего хозяйства (Ташкентская область, пойма реки Сырдарья). В ходе работы использовались следующие методы: визуальное наблюдение за животными; мониторинг состояния здоровья и поведения; анализ условий содержания; оценка кормовой базы; ветеринарный контроль; анализ этапов реализации проекта. сравнительная оценка состояния животных после транспортировки.

Результаты работы. Дальверзинское государственное лесоохотничье хозяйство расположено в Бекабадском районе Ташкентской области, примерно в 100 км от города Ташкента. Общая площадь составляет около 5360 гектаров, с тугайными лесами, степными участками и песчаными массивами, включая Дальверзинские пески. Хозяйство создано для охраны природных ресурсов, сохранения биоразнообразия, рационального использования охотничьих ресурсов и развития экотуризма.

Дальверзинская степь является уникальным природным регионом Центральной Азии. Она расположена на правом берегу реки Сырдарья и с востока ограничена отрогами Кураминского хребта - горными массивами Моголтау и Алтын-Топкан. В течение длительного времени данная территория служила естественной средой обитания разнообразных видов животных и растений. В результате хозяйственного освоения часть степи была преобразована в сельскохозяйственные земли, однако значительные природные участки сохранились. В регионе встречаются редкие и исчезающие виды растений, такие как Nanophyton botschantzevii, Hedysarum drobovii, Kamelinia tianschanica, а также редкий эндемичный вид тюльпана пустынь Центральной Азии - Tulipa borszczowii.

ООО «Джидали» активно участвует в рациональном использовании земель и инфраструктурных проектах хозяйства. Основное направление - развитие экотуризма и природоохранных мероприятий, включая участие в проектах по восстановлению популяции бухарского оленя. Деятельность компании способствует устойчивому использованию природных ресурсов и поддержанию экологического баланса региона.

Проект по восстановлению популяции бухарского оленя рассматривался с 2009 года и реализован с 2021 года. Для адаптации оленей создана огороженная территория площадью 26 гектаров, разделённая на пять секций. В декабре 2025 года животные были перевезены и размещены с соблюдением всех ветеринарных требований (рис.1). Наблюдение показало положительные результаты адаптации. Питание организовано с учётом биологических потребностей: зерновые смеси, корнеплоды, сочные корма (рис.2). Ветеринарный контроль проводится постоянно, что обеспечивает благополучие животных. В дальнейшем планируется расширение территории содержания, мониторинг состояния популяции, научные исследования и постепенная адаптация животных к естественной среде.



Рисунок 1 – Самка и самец бухарского оленя



Рисунок 2 – Кормовая зона для оленей

Заключение. Дальверзинское государственное лесоохотничье хозяйство играет значимую роль в сохранении биоразнообразия региона. Проект по восстановлению бухарского оленя способствует поддержанию экологического баланса. ООО «Джидали», начав деятельность в 2019 году, участвует в развитии территории, экотуризме и природоохранных мероприятиях. Результаты проекта показывают положительную динамику и открывают перспективы для дальнейшего развития, включая расширение мониторинга, совершенствование биотехнических мероприятий и долгосрочные исследования.

Литература

1. Bioecological features of the Bukhara deer (Cervus elaphus bactrianus) in the Lower Amu Darya State Biosphere Reserve / U. I. Dosnazarova, A. Y. Kidirbaeva, V. B. Davletmuratova, T. Niyazymbetova. – DOI:10.1051/bioconf/202519001012 // BIO Web of Conferences. – 2025. – Vol. 190. – 01012.
2. Dosnazarova, U. Current state of the Bukhara deer (Cervus elaphus bactrianus) in the Southern Aral region / U. Dosnazarova, A. Kidirbaeva // EPRA IJRD. – 2023. – Vol. 8. – Issue 6.
3. Pereladova, O. Restoration of Bukhara deer (Cervus elaphus bactrianus) in Central Asia in 2000-2011 / O. Pereladova // Deer Specialist Group Newsletter. – 2013. – № 25. – Pp. 19-30.
4. Лим, В. П. Бухарский олень в Узбекистане / В. П. Лим, Н. В. Мармазинская. – Ташкент : Chinor ENK, 2007. – 111 с.

УДК 591.4 ; 599.3

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КРАСНОЙ ПОЛЕВКИ (*MYODES RUTILUS*) ОСТРОВА БЕРИНГА (КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА)

Чопорова М. Ю. – бакалавр 4 курса института биологии и ветеринарной медицины
Халбаева Л. Б. – бакалавр 4 курса института биологии и ветеринарной медицины
Научный руководитель – Букина Л. А., д-р биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Красная полевка *Myodes rutilus* – один из немногих интродуцированных видов острова Беринга. Представлены результаты некоторых морфометрических показателей в сравнение с половозрастной структурой особей из разных биотопов, а также с материковыми и другими островными популяциями. Исследования проведены в летний период 2025 г. на четырех участках острова (окрестности села Никольское, Северное и Северо-Западное лежбища, бухта «Буян»). Выявлены биотоп-специфические различия: полевки из бухты «Буян» значимо мельче по массе тела и обхвату груди по сравнению с другими биотопами; наибольший размеры отмечены у особей из окрестностей села Никольское и Северное лежбища. Сравнение с материковыми популяциями и островными показало, что по экстерьерным признакам полевки острова Беринга ближе к материковым формам, что вероятно, связано с относительно коротким сроком их изоляции.

Ключевые слова: красная полевка, остров Беринга, морфометрические показатели, биотопы, островная изоляция

Введение. Красная полевка *Myodes rutilus* – интродуцент острова Беринга, которая была завезена с Камчатки в 1870 г. [5]. Уже в 1882 г. по мнению Л. Стейнегера она полностью заселила остров от самой северной точки до самой южной [7]. Однако существует мнение, что ее могли завезти на остров Беринга специально для обогащения кормовой базы песца. Вселение красной полевки на изолированную территорию неоднозначно сказалось в целом на экосистеме острова. С одной стороны, ее интродукция способствовала расширению кормовых объектов как для видов эндемиков (голубой песец беринговского подвида), так и видов, которые появились на острове в результате деятельности человека (американская норка *Neovison vison*, серая крыса *Rattus norvegicus*, домовая мышь *Mus musculus* и северный олень *Rangifer tarandus*). С другой стороны, она привнесла с собой новые для островной фауны виды экто-и эндопаразитов и способствовала возникновению природных очагов. В условиях островной изоляции, где среда отличается от материка, животные сталкиваются с новыми вызовами, поэтому изучение морфометрических показателей позволяют выявить тенденции в развитии популяции. Анализ литературных источников показал, что морфометрическая вариабельность по биотопам до настоящего времени не анализировалась.

Цель настоящей работы - изучение некоторых морфометрических характеристик красных полевок, отловленных в различных биотопах острова Беринга (Командорские острова).

Материалы и методы исследования. Сбор данных и биоматериала по изучаемой проблеме проводился с 17 июля по 26 августа 2025 г. на территории о. Беринга в четырех биотопах: 1) Окрестности села Никольское (55.19938° N, 166.0113° E); 2) Северо-западное лежбище (55.28555° N, 165.76497° E); 3) Северное лежбище (55.36115° N, 165.96946° E); 4) Бухта «Буян» (55.11961° N, 166.28624° E).

Объект исследования: красная полевка. Отлов красной полевки, находящихся на особо охраняемых природных территориях федерального значения, проводили на основании разрешения Росприроднадзора от 15.07.2025 № Р074-00113-77/02669527. Из каждого биотопа было отловлено по 30 особей. Материалы получены с помощью сотрудников «Национального парка «Командорские острова» имени С.В. Маракова» и личным вкладом участников экспедиции в соответствии с программой научно-исследовательских работ. Исследование биологического материала проводилось на базе национального парка часть материала была доставлена на кафедру охотоведения и биоэкологии Вятского ГАТУ.

Полевок отлавливали давилками геро, установленными на расстоянии 5 м одна от другой [4, 6, 8]. Всего отработано 756 ловушко-суток (л-с), отловлено и исследовано 120 красных полевок.

С целью выявления различий по морфометрическим показателям красной полевки в зависимости от биотопа измеряли следующие параметры: масса тела (г) (без эмбрионов), длина тела, длина хвоста и обхват груди (в мм). Для получения точных данных измерения проводили с помощью линейки или штангенциркуля. Возраст устанавливали по степени зрелости

половых органов. По этому показателю выделили две возрастные группы – молодые и взрослые.

Статистическую обработку проводили с использованием прикладных компьютерных программ Microsoft Office Excel. Пороговый уровень статистической значимости $p < 0,05$, в выражении M±м, следует считать: M – среднее, м – ошибка средней.

Исследования проведены с соблюдением принципов гуманного обращения с животными, изложенных в Директиве Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2010/63/EU и ГОСТ 33215-2014.

Результаты исследования. Проведенные исследования показали, что в общей выборке соотношение полов составило самцов – 57 особей (47,5%) и самок – 63 особи (52,5 %). Анализ соотношения полов в зависимости от возраста, показал, что в выборках четырех биотопов доминируют среди взрослых особей – самки, а среди молодых близко 1:1. Наиболее значимые отличия среди молодых самок между биотопами бухты «Буян» и окрестностями села ($p<0,05$). По литературным данным [1], в популяциях красной полевки самцы, как правило, преобладают среди молодых зверьков. В группе взрослых перезимовавших полевок соотношение полов может быть разным – варьировать как в пользу самцов, так и в сторону увеличения количества самок. Результаты наших исследований противоречат литературным данным, в нашем случае в группе молодых животных соотношение между самцами и самками составило 1:1 (49 самцов и 50 самок).

Размеры длины тела самцов без учета возраста в среднем по всем биотопам составили - 86,2±2,87 мм (n=57), самок 90,34±4,18 мм (n=63) ($p>0,05$). Средняя масса тела составила у самцов 21,00±1,46 г, у самок 24,68±1,35 г отличия не значимы ($p>0,05$) (таблица 1).

Таблица 1 – Средние значения морфометрических показателей красной полевки (*Myodes rutilus*) по биотопам

Район отлова	Общее количество особей по полу		Масса тела, г	Длина тела, мм	Длина хвоста, мм	Обхват груди, мм
Окрестности села Никольское	Самец	15	19,25±1,42	81,55±4,18	24,97±0,52	17,73±0,57
	Самка	15	30,33±3,29	93,55±4,10	27,73±0,93	18,26±1,00
Северное лежбище	Самец	16	23,92±1,30	92,27±2,12	27,08±1,15	18,21±0,90
	Самка	14	24,74±2,54	94,44±2,98	26,76±1,04	18,15±0,74
Северо-Западное лежбище	Самец	14	21,82±1,46	84,94±2,87	27,63±2,04	19,35±0,67
	Самка	16	24,59±2,07	87,51±2,98	26,71±0,69	19,24±0,67
Бухта «Буян»	Самец	12	19,02±0,45	86,24±0,86	26,65±1,32	16,08±0,57
	Самка	18	19,09±0,38	84,88±1,97	25,93±0,87	15,87±0,49

Сравнительный анализ морфометрических показателей между взрослыми и молодыми полевками показал, что независимо от биотопа взрослые самцы по размерам тела отчетливо отличались от молодых самцов текущего года рождения ($p<0,05$). Средняя масса тела зимовавших самцов составляла 29,86±0,5 г, длина тела – 99,08±1,3 мм (n=8). Молодые самцы по массе и длине тела были значительно мельче ($p<0,01$). Масса их тела составляла в среднем 19,72±0,2 г, длина – 84,3±0,7 мм (n=49). Половозрелые самки красной полевки отличались по массе тела от молодых самок. Средняя масса взрослых самок была 39,56±1,3 г, (n=50), что статистически значимо, в сравнении с самками-сеголетками (20,48±0,4 г ($p<0,01$). Длина тела взрослых самок также с высокой степенью достоверности превышала таковую (101,1±1,5 мм), у молодых самок (85,18±1,2 мм; $p<0,05$).

Сравнение морфометрических показателей по параметрам обхвата груди и длине хвоста также показало высокую степень достоверности ($p<0,01$).

Островная изоляция может оказывать значительное влияние на морфологические и экологические характеристики. Довольно часто наблюдается изменение размеров тела в соответствии с «островным правилом». Докучаев Н.В. (2024) отмечает, что красные полевки, населяющие остров Матыкиль (Ямские острова), достоверно отличаются своими крупными

размерами от полевок других популяций материковых выборок (Северного Приохотья), островных острова Тауйской губы и полуострова Камчатки. Морфометрические показатели красных полевок, населяющих остров Беринга, существенно отличаются по трем параметрам – массе тела, длине тела и длине хвоста от полевок острова Матыкиль (таблица 2).

Таблица 2 – Некоторые морфометрические показатели взрослых полевок, населяющих о. Беринга, о. Матыкиль, Северное Приохотье и полуостров Камчатка

Признак	о. Беринга M ± m	о. Матыкиль M ± m	Северное Приохотье M ± m	полуостров Камчатка M ± m
Самцы				Без подразделения по полу
Масса тела (г)	29,86 ± 1,04	43, 9 ± 1,21	24,5 ± 0,53	25,6 ± 1,74
Длина тела (мм)	99,08 ± 2,80	122,6 ± 0,99	99,2 ± 1,00	100,9 ± 1,25
Длина хвоста (мм)	31,63 ± 3,12	38,3 ± 0,62	31,4 ± 0,40	31,9 ± 0,69
Обхват груди (мм)	21,73 ± 0,81			
Самки				
Масса тела (г)	39,56 ± 2,14	55,7 ± 0,72	30,1 ± 0,96	
Длина тела (мм)	107,26 ± 2,56	130,1 ± 1,41	104,8 ± 0,97	
Длина хвоста (мм)	30,00 ± 0,74	40,3 ± 0,71	34,3 ± 0,48	
Обхват груди (мм)	20,94 ± 0,62			

Из представленных в таблице данных можно видеть, что по экстерьерным показателям значения островной и материковой выборок не перекрываются. Считается, что Ямские острова отделились от материка примерно 13000 лет назад [2]. За это время красные полевки приобрели ряд существенных морфологических и других адаптационных особенностей, что позволило ее выделить даже в отдельный подвид. Установлено, что островные популяции мелких млекопитающих достигают крупных размеров [9]. В нашем случае по экстерьерным показателям полевки о. Беринга более близки к материковым выборкам нежели к островным. Считаем, что экстерьерные показатели полевок, населяющих о. Беринга более сходны с популяцией полевок центральной части Аляски. По данным американского ученого Whitman J. S. (2009) средняя масса особей красной полевки, из этой географической зоны, составила 20,9 г (от 7,9 до 36,7 г), средние показатели длины тела составили 120, мм и длина хвоста – 29,7 мм.

Вселение красной полевки на остров Беринга датируется 1870 годом, что на сегодняшний день составляет более 150 лет. Для выработки адаптивных признаков даже в условиях островной изоляции, которая является мощным фактором эволюционных изменений это слишком короткий срок.

Сопоставление морфометрических показателей красной полевки, обитающих в разных биотопах позволили установить статистически значимые отличия молодых полевок по длине тела между северным лежбищем и окрестностями села, а также северного лежбища от северо-западного. Установлены значимые отличия по обхвату груди между северо-западным лежбищем и окрестностями села и северо-западным лежбищем, и северным лежбищем и бухтой «Буян». Статистические значимые отличия красных полевок, населяющих разные биотопы без учета пола и возраста позволили выявить следующие результаты: по массе тела и обхвату груди полевки с бухты «Буян» значимо отличаются от всех других биотопов. По длине тела установлены значимые отличия полевок с северного лежбища от выборок северо-западного лежбища и бухты «Буян». По длине хвоста различий не установлено.

Заключение. Несмотря на статистическую «однородность» фенотипа, выявлены биотоп-специфические тренды: различная половозрастная структура, преобладание молодых особей (бухта «Буян») и взрослых (Северное лежбище), максимальные показатели некоторых параметров зарегистрированы в окрестностях села и Северном лежбище – полевки крупнее и шире в груди (больше легочная емкость). Островные экосистемы, наряду с экотонным эффектом (на границе суша – вода), развиваются в условиях известной изоляции, и их биота

нуждается в повышенном внимании, сохранении, и, следовательно, постоянных мониторинговых исследований.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам национального парка «Командорские острова» директору Кузнецовой А.В., Мамаеву Е.Г., научному сотруднику Вакурову М.С., госинспектору Балдину Э.С. и всем остальным сотрудникам за поддержку и помощь в сборе материала на всех этапах проведения полевых работ. Глубокую признательность выражают выпускникам направления биологии Вятского ГАТУ за помощь в сборе материала в рамках проекта.

Литература

1. Большаков, В. Н. Проблемы нормирования экологической нагрузки и развития охраняемых экосистем / В. Н. Большаков, Б. С. Кубанцев. – Москва : Наука, 1984. – 233 с.
2. Велижанин, А. Г. Время изоляции материковых островов северной части Охотского моря / А. Г. Велижанин // Тихоокеанская геология. – 1976. – № 3. – С. 56-65.
3. Докучаев, Н. Е. Новый подвид красной полевки (Clethrionomys rutilus matykilensis subsp. n.) с острова Матыкиль (северная часть Охотского моря) / Н. Е. Докучаев // Зоологический журнал. – 2024. – Т. 103, № 7. – С. 114-120.
4. Колесов, И. П. Численность и экология красной полевки (Clethrionomys rutilus Pall., 1779) в низовьях р. Колымы / И. П. Колесов, Е. С. Захаров // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 8. – С. 16-17. – URL: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=32642 (дата обращения: 04.04.2026).
5. Мараков, С. В. Природа и животный мир Командор / С. В. Мараков ; АН СССР ; отв. ред. д-р биол. наук, проф. А. Г. Томилин. – Москва : Наука, 1972. – 184 с.
6. Новиков, Г. А. Методы изучения численности и географического распространения наземных позвоночных / Г. А. Новиков. – Ленинград : Изд-во АН СССР, 1953. – 171 с.
7. Переверзева, В. В. Филогенетические отношения популяций красной полевки Myodes rutilus Северного Приохотья и Колымского региона / В. В. Переверзева, А. А. Примак, Е. А. Дубинин // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, № 3. – С. 444-451.
8. Mackay, W. G. Trapping methods for small mammals / W. G. Mackay // Journal of Mammalogy. – 1962. – Vol. 43, № 1. – P. 130-132.
9. Rausch, R. L. Autecology of helminths of gray-sided voles, Clethrionomys rufocanus (Sundevall), on the Arctic Slope of Alaska. I. Life cycles of helminths found in the stomach and small intestine / R. L. Rausch // Journal of Parasitology. – 1977. – Vol. 63, № 4. – P. 703-719.
10. Whitman, J. S. Complete albinism in a Northern Red-backed Vole, Myodes rutilus, in Alaska / J. S. Whitman // The Canadian Field-Naturalist. – 2009. – Vol. 123, № 2. – P. 167-168.

Технические науки

УДК 621.436

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТОПЛИВ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Возженников Е. В. – аспирант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Лопатин О. П., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье проведено исследование использования биотоплив на основе растительных масел в дизельных двигателях. Подтверждена эффективность использования в дизелях биотоплив, получаемых путем этерификации растительных масел. Проанализированы физико-химические свойства биодизельных топлив, производимых из различных сырьевых ресурсов. Представлены результаты определения фракционного состава этих топлив. Проведены экспериментальные исследования показателей дизеля Д-245.12С, работающего на смесях дизельного топлива, метилового эфира рапсового масла и метилового эфира подсолнечного масла различного состава.

Ключевые слова: дизельный двигатель, дизельное топливо, метиловые эфиры растительных масел, метиловый эфир рапсового масла, метиловый эфир подсолнечного масла

Истощение нефтяных месторождений и продолжающийся рост цен на нефть и нефтепродукты делают неизбежным все более широкое использование в дизельных двигателях биотоплив на основе растительных масел [1-3].

Перевод дизелей на биотоплива позволит не только обеспечить замещение топлив нефтяного происхождения топливами, производимыми из возобновляемых сырьевых ресурсов, но и заметно снизить токсичность отработавших газов (ОГ) и улучшить экологическую ситуацию в крупных городах и населенных пунктах сельской местности.

Для централизованного снабжения топливом автотранспорта больших городов в значительной степени пригодны сложные эфиры растительных масел - метиловые, этиловые и бутиловые, получаемые путем обработки растительных масел спиртами (соответственно метанолом, этанолом и бутанолом). Из перечисленных эфиров более дешевыми являются метиловые эфиры. Причем сложные эфиры растительных масел можно получать из различных растительных масел - рапсового, подсолнечного, соевого, пальмового и др. Возможно использование для этих же целей животных жиров (говяжьего жира, свиного сала, рыбьего жира и др.). Производство биодизельных топлив на основе растительных масел и животных жиров постоянно расширяется. Так, в 2005 г. выпуск биодизельного топлива в странах ЕС составил около 3,5 млн т, в 2009 г. его объем достиг 12 млн т, а в 2011 г. - около 18 млн т этого топлива. Данные о динамике производства биодизельного топлива в некоторых странах ЕС представлены на рисунке 1 [4, 5].

Эфиры, получаемые из растительных масел, называются сложными: они не могут быть описаны простой химической формулой, поскольку являются смесями эфиров различных жирных кислот, входящих в состав растительных масел. В сопоставлении с растительными маслами физико-химические свойства этих эфиров в большей степени приближены к свойствам нефтяного дизельного топлива [6-9].

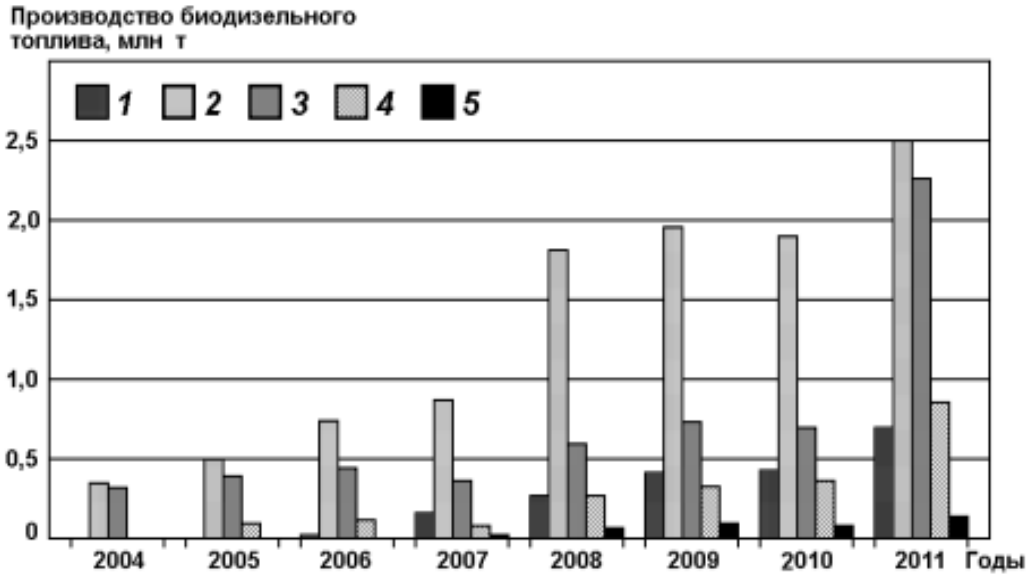


Рисунок 1 – Динамика роста производства биодизельного топлива (эфиры растительных масел и животных жиров) в европейских странах:
1 - Бельгия; 2 - Франция; 3 - Италия; 4 - Польша; 5 - Литва

В первую очередь следует отметить пониженную по сравнению с растительными маслами вязкость указанных эфиров, а также их повышенное цетановое число, которое обычно превосходит цетановое число нефтяного дизельного топлива. В таблице приведены физико-химические свойства нефтяного дизельного топлива (ДТ) и метиловых эфиров растительных масел - рапсового и подсолнечного масел (соответственно МЭРМ и МЭПМ)

Биодизельные топлива, предназначенные для использования в дизельных двигателях, должны за минимальный период сформировать в камере сгорания топливно-воздушную смесь, обеспечивающую ее легкое воспламенение, плавное и достаточно полное сгорание с минимальным содержанием сажи, токсичных и канцерогенных веществ в ОГ.

Не допускается образование осадков в топливоподающей системе и нагароотложений на деталях двигателя [10-12].

В связи с изложенным, одной из основных проблем является организация рабочего процесса дизельных двигателей, работающих на биодизельных топливах.

Обеспечение современных требований к показателям топливной экономичности и токсичности ОГ дизельных двигателей возможно лишь при дальнейшем совершенствовании процессов распыливания топлива и смесеобразования.

При этом скорость формирования топливно-воздушной смеси предопределяется как длиной и шириной топливных струй, так и их структурой (качеством распыливания), интенсивностью испарения топлива и диффузии его в сжатый воздух.

Для достижения требуемого качества процесса смесеобразования топливо должно обладать заданным фракционным составом, который является одним из важнейших показателей эксплуатационных свойств топлив для двигателей внутреннего сгорания.

Фракционный состав характеризует содержание в топливе различных фракций, выкипающих в определенных температурных пределах [13-15].

При снятии характеристик фракционного состава для традиционного дизельного топлива обычно выделяют температуру начала перегонки (начала кипения), температуры перегонки 10, 50, 90 % топлива и температуру окончания перегонки (конца кипения), соответствующую перегонке 96 или 98 % топлива [16-18].

Температура перегонки 10 % топлива характеризует склонность топлива к образованию паровых пробок в системе питания дизеля.

Таблица 1 – Физико-химические свойства топлив, вырабатываемых из растительных масел

Физико-химические свойства	Топлива на основе масла		
	ДТ	МЭРМ	МЭПМ
Плотность при 20 °С, кг/м^3	830	877	886
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм^2/с	3,8	8,0	7,0
Цетановое число	45	48	47
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива, кг	14,3	12,67	12,53
Теплота сгорания низшая H_u, кДж/кг	42500	37 800	37200
Температура самовоспламенения, °С	250	230	240
Температура застывания, °С	–35	–21	–17
Содержание серы, % (мас.)	0,20	0,002	0,002
Содержание, % (мас.) С Н О	 87,0 12,6 0,4	 77,6 12,2 10,2	 76,7 12,2 11,1
Коксуемость 10%-ного остатка, %, не более	0,2	0,3	0,3

Наличие в топливе большого количества легких фракций приводит к увеличению жесткости сгорания (скорости нарастания давления и максимального давления сгорания) и снижению ресурса работы дизельного двигателя [19-21].

Среднюю испаряемость топлива устанавливают по температуре выкипания 50 %, которая обусловливает испаряемость топлива и период задержки воспламенения.

Наличие в топливе тяжелых трудноиспаряющихся фракций можно определить по температуре перегонки 90 %.

По температуре окончания перегонки, соответствующей перегонке 96 или 98 % топлива, также выявляют присутствие в нем тяжелых (выкипающих при высоких температурах) фракций, чрезмерное содержание которых в топливе приводит к ухудшению испарения и усложнению образования однородной топливно-воздушной смеси.

Высокая температура выкипания 96 % топлива свидетельствует о наличии тяжелых фракций, которые не только ухудшают смесеобразование, но и увеличивают нагарообразование на деталях цилиндропоршневой группы и тем самым снижают экономичность и надежность работы двигателя [22-25].

При использовании топлива с большим содержанием тяжелых фракций некоторая их часть догорает в такте расширения, вызывая дымность ОГ и повышение их температуры, рост удельного расхода топлива, загрязнение моторного масла и деталей двигателя продуктами неполного сгорания топлива, прежде всего сажей.

Перечисленные выше факторы указывают на необходимость учитывать фракционный состав при выборе топлива для дизелей.

Это также относится и к биодизельному топливу.

Фракционный состав топлив определялся методом перегонки - путем разделения смеси жидкостей на компоненты, основанном на разности температур их кипения. Данный метод заключается в нагревании жидкости до кипения с последующей конденсацией паров в холодильнике.

На рисунке 2 приведены кривые разгонки нефтяного ДТ и биодизельных топлив, полученных из различных растительных масел.

Температура кипения нефтяного ДТ в процессе перегонки непрерывно увеличивается со 140 до 350 С. Температура начала кипения биодизельных топлив, полученных из различных растительных масел, обычно колеблется от 220 до 285 С.

Исключение составляет масло редьки, для которого эта величина составляет 160 С.

При количестве испарившегося топлива более 10 % кривые разгонки сложных метиловых эфиров идут резко вверх.

При повышении температуры выше t = 310…330 С метиловые эфиры жирных кислот подвергаются термическому разложению.

При перегонке биодизельного топлива отмечено термическое разложение его компонентов; можно предположить, что оно происходит и при работе дизельного двигателя.

Образующиеся продукты окисления и полимеризации являются причиной негативных процессов в двигателе – нагаро и коксоотложения на деталях камеры сгорания.

Температура выкипания 50 % фракций для нефтяного ДТ в данном случае составляла 265 С. Для всех биодизельных топлив эта температура намного выше: находится в интервале 300…330 С. С этой точки зрения целесообразно использовать в качестве моторного топлива смеси нефтяного ДТ и метиловых эфиров растительных масел [26].

В смесях с нефтяными ДТ указанные негативные свойства метиловых эфиров растительных масел в значительной степени нивелируются: эти компоненты хорошо смешиваются друг с другом в любых пропорциях с образованием стабильных смесей.

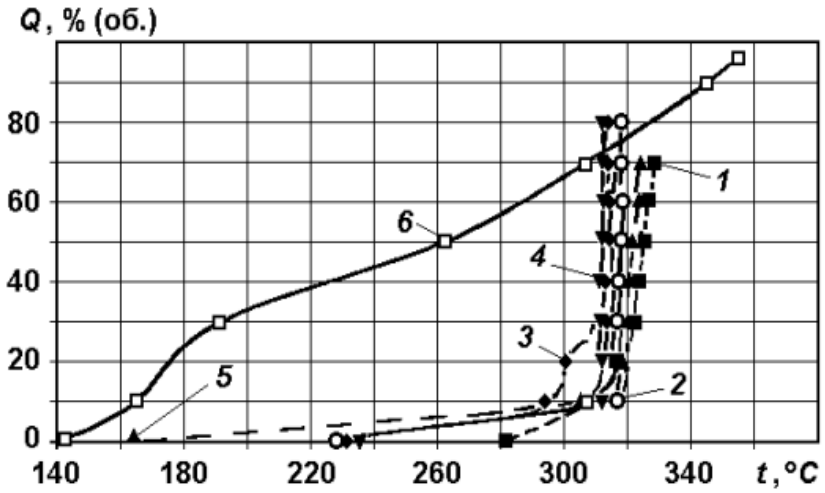


Рисунок 2 – Фракционный состав нефтяного дизельного топлива (6) и биодизельных топлив, полученных из рапсового (1), кукурузного (2), подсолнечного (3), льняного (4) масел и масла редьки (5)

Для анализа показателей токсичности ОГ дизельного двигателя, работающего на биодизельных топливах, проведены экспериментальные исследования дизеля типа Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5) на смесях нефтяного ДТ и различных биотоплив на основе растительных масел. Указанный дизель выпускается Минским моторным заводом (ММЗ) для малотоннажных грузовых автомобилей ЗиЛ-5301 “Бычок”, а его модификации - для автобусов Павловского автомобильного завода (ПАЗ) и тракторов “Беларусь” Минского тракторного завода (МТЗ).

Дизель типа Д-245.12С последовательно испытывали на нефтяном ДТ и на его смесях с МЭРМ (объемное содержание МЭРМ 0…60 %) и с МЭПМ (объемное содержание МЭПМ 0…40 %). Описание экспериментальной установки и методики проведения исследований приведены в работе. Полученные результаты экспериментальных исследований дизеля на режимах внешней скоростной характеристики (рис. 3) свидетельствуют о том, что наибольший

эффект от использования в качестве топлива смесей нефтяного дизельного топлива и биотоплив на основе растительных масел получен по дымности ОГ [27].

В частности, рост концентрации МЭРМ в смесевом топливе СМЭРМ приводил к значительному снижению дымности ОГ (рис. 3, а). Так, при увеличении СМЭРМ с 0 до 60 % на режиме максимальной мощности при n = 2 400 дымность монотонно снижалась примерно в 2,6 раза (с 18 до 7 % по шкале Хартриджа). На режиме максимального крутящего момента при n = 1 500 дымность уменьшилась примерно в 2,5 раза (с 21 до 8,5 % по шкале Хартриджа).

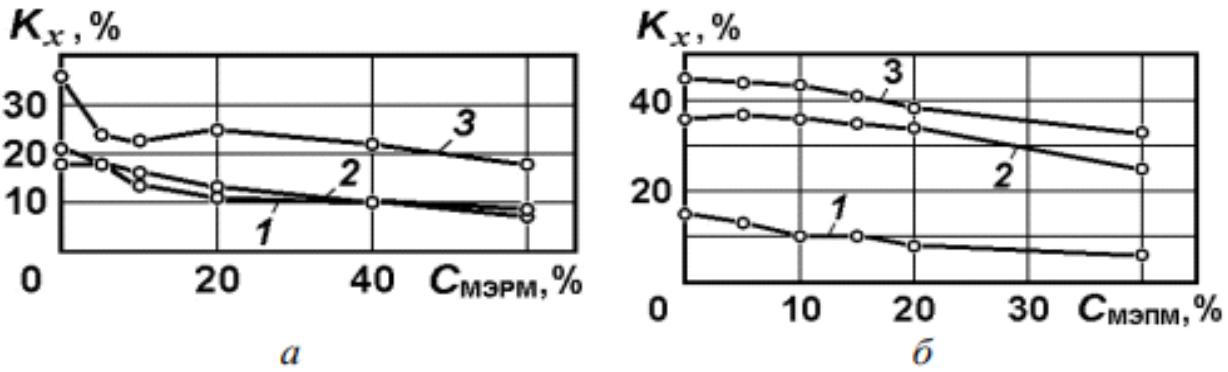


Рисунок 3 – Зависимость дымности отработавших газов (% по шкале Хартриджа) дизеля Д-245.12С различной комплектации от объемного содержания метилового эфира рапсового масла СМЭРМ (а) и метилового эфира подсолнечного масла СМЭПМ (б) в смеси с нефтяным дизельным топливом на различных скоростных режимах внешней скоростной характеристики

Для определения соответствия исследуемого дизеля требованиям, предъявляемым к токсичности ОГ современными нормативными документами, дизель исследовали на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла Правил 49 ЕЭК ООН.

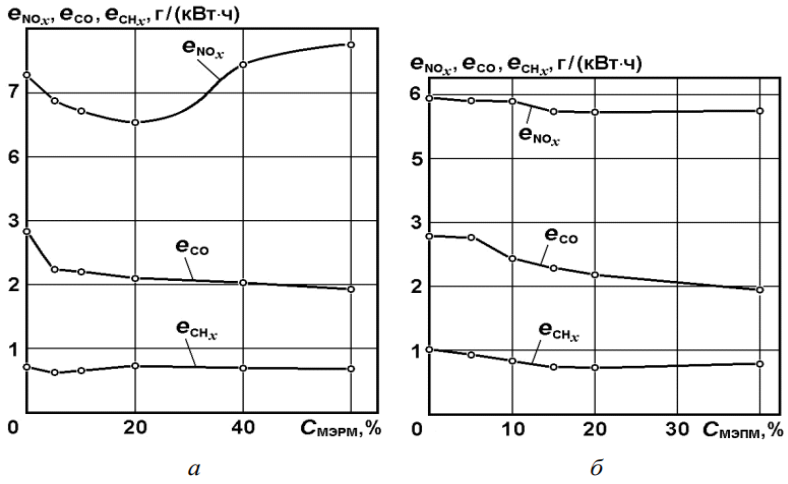
Результаты определения удельных массовых выбросов нормируемых токсичных веществ в атмосферу на режимах этого испытательного цикла - оксидов азота, монооксида углерода, несгоревших углеводородов представлены на рисунке 4.

Они свидетельствуют о заметной зависимости выбросов этих токсичных компонентов от состава смесевого биотоплива. В частности, при увеличении содержания МЭРМ в смесевом топливе с 0 до 20 % интегральные на режимах 13-ступенчатого цикла выбросы оксидов азота, снизились с 7,286 до 6,542 г/(кВт·ч), т. е. на 10,2 % (рис. 4, а).

При дальнейшем увеличении до 40 и 60 % отмечен некоторый рост до значений соответственно 7,441 и 7,759 г/(кВт·ч), превышающих эти выбросы при работе на ДТ (7,286 г/(кВт·ч)). При повышении содержания МЭРМ в смесевом топливе с 0 до 60 % отмечено монотонное снижение удельных массовых выбросов монооксида углерода с 2,834 до 1,932 г/(кВт·ч), т. е. почти в 1,5 раза (см. рис. 4, а). Зависимость выбросов углеводородов от содержания МЭРМ в смесевом топливе имеет более сложный характер.

При увеличении с 0 до 5 % выброс уменьшился с 0,713 до 0,626 г/(кВт·ч), т. е. на 12,2 %, а при дальнейшем повышении содержания до 20 % выброс возрос до 0,727 г/(кВт·ч), т. е. практически до исходного значения = 0,713 г/(кВт·ч). С ростом до 40 и 60 % выброс вновь несколько уменьшился до значений, соответственно, 0,692 и 0,681 г/(кВт·ч).

Но в целом влияние содержания МЭРМ в смесевом топливе на выброс углеводородов незначителен (см. рис. 4, а).



а *б*

Рисунок 4 – Зависимость удельных массовых выбросов оксидов азота, монооксида углерода, несгоревших углеводородов с отработавшими газами дизеля Д-245.12С различной комплектации от объемного содержания метилового эфира рапсового масла (а) и метилового эфира подсолнечного масла (б) в смеси с нефтяным дизельным топливом на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла

В заключение следует отметить, что приведенные данные экспериментальных исследований подтверждают возможность использования в дизелях биодизельных топлив, получаемых из различных сырьевых ресурсов. Наибольшее приближение к свойствам нефтяных дизельных топлив обеспечивает применение смесей нефтяного дизельного топлива и метиловых эфиров растительных масел. При этом удается получать показатели токсичности отработавших газов, которые заметно лучше аналогичных показателей дизеля, работающего на чистом дизельном топливе. Причем улучшения показателей токсичности отработавших газов достигают даже при небольшом содержании биодизельного топлива в смеси. Это позволяет использовать исследованные биодизельные топлива в качестве экологических добавок к нефтяному дизельному топливу.

Литература

1. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Марков, С. Н. Девянин, В. Г. Семенов [и др.]. – Москва : ООО НИЦ “Инженер”, 2011. – 536 с.

2. Lopatin, O. P. Integrated diesel engine toxicity reduction system / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12199. – EDN JITDAY.

3. Льотко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Льотко, В. Н. Луканин, А. С. Хачиян. – Москва : МАДИ, 2000. – 311 с.

4. Лопатин, О. П. Индикаторные диаграммы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, М. А. Олейник // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Вятская ГСХА, 2004. – Выпуск 3. – С. 104-107. – EDN XCTTTH.

5. Савельев, Г. С. Применение газомоторного и биодизельного топлива в автотракторной технике / Г. С. Савельев. – Москва : ГНУ «ВИМ Россельхозакадемии», 2009. – 216 с.

6. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 при работе на природном

газе в зависимости от нагрузки / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 215-219. – EDN VUNJFJ.

7. Биоэнергетика: Мировой опыт и прогнозы развития / Л. С. Орсик, Н. Т. Сорокин, В. Ф. Федоренко и др.; под ред. В. Ф. Федоренко. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 404 с.

8. Васильев, И. П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля : монография / И. П. Васильев. – Луганск : Восточноукраинский нац. ун-т им. В. Даля, 2009. – 237 с.

9. Lopatin, O. P. Calculation of the process of nitrogen oxides formation during combustion of methanol in the engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62011. – DOI 10.1088/1757-899X/919/6/062011. – EDN ZNJJJJ.

10. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник для вузов / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. – Москва : Дрофа, 2006. – 542 с.

11. Lopatin, O. P. Investigation of alternative fuel oxidation kinetics in an internal combustion engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62005. – DOI 10.1088/1757-899X/919/6/062005. – EDN UHPADY.

12. Девянин, С. Н. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей / С. Н. Девянин, В. А. Марков, В. Г. Семенов. – Москва : Изд. центр ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. – 340 с.

13. Лопатин, О. П. Расчет констант скоростей реакций термической диссоциации при сгорании углеводородных топлив в цилиндре дизеля / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Н. Чувашев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение»: Сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2009. – Выпуск 7. – С. 97-104. – EDN ZEMDXH.

14. Марков, В. А. Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях / В. А. Марков, С. Н. Девянин, В. И. Мальчук. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 360 с.

15. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на номинальном режиме / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : Сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – С. 137-144. – EDN XRQMND.

16. Работа дизелей на нетрадиционных топливах : учебное пособие / В. А. Марков, А. И. Гайворонский, Л. В. Грехов [и др.]. – Москва : Легион-Автодата, 2008. – 464 с.

17. Lopatin, O. P. Chemistry of the process of formation of nitrogen oxides in the combustion chamber of gas-diesel / O. P. Lopatin // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52004. – EDN LOROGU.

18. Lopatin, O. P. Phenomenology of nitrogen oxides formation in a gas-diesel engine / O. P. Lopatin // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 042009. – EDN DGTUCH.

19. Lopatin, O. P. Model for calculating the reaction rates of nitrogen oxide formation in a diesel cylinder / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62025. – EDN DEIWFY.

20. Kholod, N. Reducing black carbon emissions from diesel vehicles in russia: an assessment and policy recommendations / N. Kholod, M. Evans // Environmental Science & Policy. – 2016. – Vol. 56. – P. 1-8.

21. Лопатин, О. П. Исследование образования оксидов азота и показателей процесса сгорания в цилиндре дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 205-209. – EDN YFLQZN.

22. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на режиме максимального крутящего момента / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука–Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 144-150. – EDN XRQMMJ.

23. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 201-205. – EDN XMAFKJ.

24. Effect of using hydroxy - CNG fuel mixtures in a non-modified diesel engine by substitution of diesel fuel / H. T. Arat, M. K. Baltacioglu, M. Özcanli [et al.] // International Journal of Hydrogen Energy. – 2016. – Vol. 41, № 19. – P. 8354-8363.

25. Лопатин, О. П. Рециркуляция отработавших газов как средство снижения токсичности газодизеля 4Ч 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, А. А. Анфилатов // XII Туполевские чтения : Международная молодежной научная конференция. – Казань : КГТУ, 2004. – Т. 6. – С. 164-165. – EDN XIREIT.

26. Lazarev, E. New energy-saving technologies in transport energy / E. Lazarev, G. Lomakin // WIT Transactions on Ecology and the Environment. – 2014. – Т. 190, V. 1. – P. 677-683.

27. Лопатин, О. П. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность ОГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : Сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Выпуск 12. – С. 419-423. – EDN WDXAMT.

28. Assessment of the impact of compressed gas vehicle on the environment / S. M. Ugay, K. S. Golokhvast, N. S. Pogotovkina [et al.] // Life Science Journal. – 2014. – V. 11, № 10s. – P. 515-517.

УДК 621.436

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЖИМАЕМОСТИ СМЕСЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ПАЛЬМОВЫМ МАСЛОМ

Возженников Е. В. – аспирант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Лопатин О. П., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье проведено определение сжимаемости смесей дизельного топлива с пальмовым маслом. Проведены опыты по определению сжимаемости нефтяного дизельного топлива с пальмовым маслом. Для определения сжимаемости использован метод, основанный на измерении скорости звука в топливе, находящемся в нагнетательном трубопроводе. Исследована возможность определения сжимаемости не только на основе измерения скорости распространения волны давления, но и на основе измерения скорости распространения волны разрежения. Показано, что с увеличением давления и доли пальмового масла в смесевом топливе скорость звука растет, а сжимаемость уменьшается.

Ключевые слова: дизельный двигатель, дизельное топливо, пальмовое масло, смесевое топливо, впрыскивание топлива, топливоподача, сжимаемость

В настоящее время во многих странах мира наблюдается тенденция расширения топливной базы для дизельных двигателей внутреннего сгорания за счет применения альтернативных топлив растительного происхождения. В большинстве своем такие альтернативные топлива – это различные виды растительных масел, которые по своим теплофизическим свойствам отличаются от дизельных топлив, вырабатываемых из нефти.

Они имеют большую плотность и вязкость, меньшую теплоту сгорания. Для их полного сжигания требуется меньше воздуха, так как они содержат в своем составе некоторое количество кислорода. В связи с указанными отличиями в теплофизических свойствах растительные масла используют, в первую очередь, как добавки к обычному дизельному топливу. Это позволяет применять существующую топливную аппаратуру дизельных двигателей с относительно небольшим изменением ее регулировок [1-3].

В частности, представляет интерес использование в смесях с нефтяным дизельным топливом пальмового масла. По общемировому объему производства оно занимает первое место среди всех растительных масел. Пальмовое масло хорошо смешивается с дизельным топливом и остается в составе таких смесей в жидкой фазе даже при температурах, которые ниже температуры застывания чистого пальмового масла. По сравнению с нефтяным дизельным топливом пальмовое масло более вязкое и имеет бóльшую плотность. Оно содержит 8...12 % кислорода. Низшая теплота сгорания пальмового масла составляет 37,1 МДж/кг против 42…43 МДж/кг у дизельных топлив [4-6].

Повышение добавки пальмового масла до 30 процентов и более заметно увеличивает задержку воспламенения топлива. При использовании в качестве топлива только пальмового масла задержка воспламенения в диапазоне температур 800-950 К возрастает в 2 раза.

Важным свойством топлива для дизельных двигателей, влияющим на протекание процесса его впрыскивания, является сжимаемость [7, 8].

Сжимаемость влияет на величину цикловой подачи и в разделенных системах топливоподачи определяет задержку впрыскивания топлива относительно начала хода плунжера топливного насоса. Сжимаемость определяли по методике основанной на измерении скорости распространения в топливе импульса давления, то есть на измерении скорости распространения в нем звуковой волны [9, 10].

Измерения скорости распространения импульсов давления в смесях нефтяного дизельного топлива с пальмовым маслом были проведены на лабораторной установке, на которой расстояние между датчиками, регистрирующими импульсы давления в нагнетательном трубопроводе от топливного насоса высокого давления к форсунке, составляло 1,4 м. Были использованы датчики с диапазоном рабочих давлений от 0 до 60 МПа.

Номинальная погрешность 0,5 % от максимального давления. Для регистрации и записи сигналов датчиков использованы аналоговоцифровой преобразователь Z230 производства компании Zetlab, работающий в двухканальном режиме, с программным обеспечением Powergraph. Для оценки случайных погрешностей и воспроизводимости результатов измерений на каждом из выбранных значений начального давления в нагнетательном трубопроводе измерения повторяли сериями из 25 впрыскиваний не менее трех раз [11-14].

Скорость а распространения волны давления находили как отношение длины L мерного участка нагнетательного трубопровода и временному интервалу Δt между передними фронтами импульсов:

$$a = \frac{L}{\Delta t}.$$

Все опыты были проведены при температуре окружающей среды t_o = 22…24 °С и атмосферном давлении p_o = 102 кПа. Во время опытов температура перед топливным насосом всех испытанных топлив и топливных смесей поддерживалась равной 50 °С.

Опыты были проведены для дизельного топлива марки ДЛ, пальмового масла и смесей дизельного топлива с пальмовым маслом [15-17]. Содержание пальмового масла в смесях составляло 10, 20. 30, 40, 50, 60 % по объему. Смеси дизельного топлива ДЛ с пальмовым маслом приготавливались в соответствии с рекомендациями, изложенными в ГОСТ Р 52808-2007 [18-21].

Для исключения стратификации полученных смесей пальмовое масло перед смешением нагревали до 60…70 °С, приближая его вязкость к вязкости дизельного топлива. Длительность собственно перемешивания составляла 30 минут.

Значения истинного коэффициента сжимаемости β в $Па^{-1}$, находили по формуле

$$\beta = -\frac{1 + p_н k}{2p_н} + \sqrt{\left(\frac{1 + p_н k}{2p_н}\right)^2 + \frac{1}{a^2 \rho_0 p_н} - \frac{k}{p_н}},$$

где ρ0 – плотность топлива при нормальных условиях, кг/м3 ; p_h – заданное начальное давление, Па; k – поправка Ротрока, учитывающая деформацию трубопровода.

Поправку Ротрока вычисляли как:

$$k = \frac{2}{E}\left(\frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2} + \mu\right),$$

где E – модуль упругости материала, из которого изготовлен трубопровод, МПа; R и r – внешний и внутренний радиусы трубопровода, м; μ – коэффициент Пуассона.

На рисунке 1 представлены полученные в результате проведенных опытов зависимости коэффициента сжимаемости β от начального давления p_h для дизельного топлива, пальмового масла и различных по составу смесей этих топлив [22-24].

Разброс значений коэффициента сжимаемости, оцениваемый коэффициентом вариации, в сериях повторных опытов не превышал 4,5 %. Зависимость коэффициента сжимаемости от давления, найденная для дизельного топлива без добавок пальмового масла, была сопоставлена с аналогичными зависимостями, полученными другими исследователями.

Как видно на рисунке 2, найденная нами зависимость хорошо совпадает с аналогичной зависимостью, полученной для дизельного топлива при температуре 20 °С [25].

Полученные экспериментально зависимости величины истинного коэффициента сжимаемости от давления для чистого дизельного топлива, смесевых топлив с различным содержанием в них пальмового масла и чистого пальмового масла были аппроксимированы полиномами второй степени вида [26, 27].

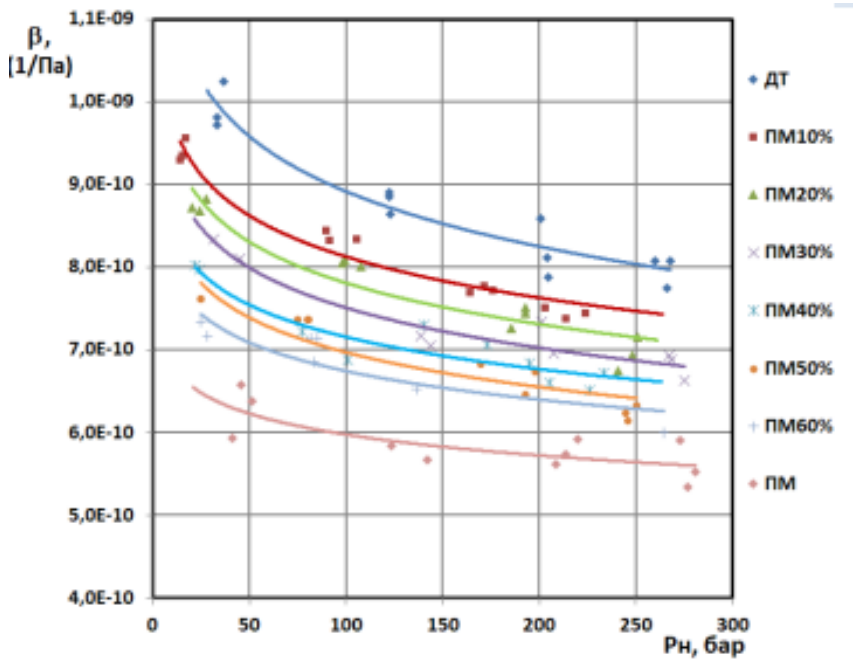


Рисунок 1 – Зависимости коэффициента сжимаемости β от начального давления при различных составах смесей

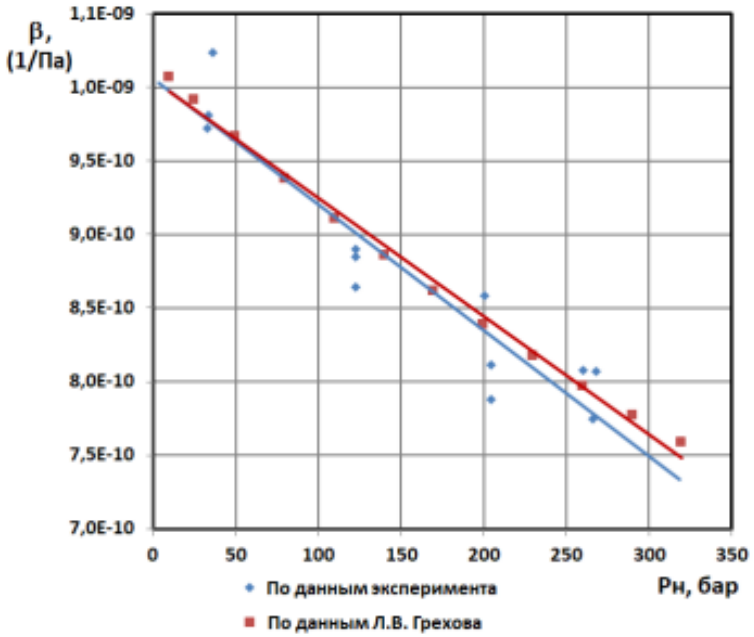


Рисунок 2 – Зависимости коэффициента сжимаемости β от начального давления для чистого дизельного топлива

В таблице 1 приведены полученные в результате аппроксимации значения коэффициентов полиномов для смесевых топлив различного состава.

Таблица 1 – Коэффициенты аппроксимирующих полиномов

Состав смесевого топлива	Значения коэффициентов		
	a_0	a_1	a_2
100% ДЛ	$1{,}097\cdot10^{-9}$	$-2{,}371\cdot10^{-12}$	$4{,}618\cdot10^{-15}$
90% ДЛ + 10% ПМ	$9{,}658\cdot10^{-10}$	$-1{,}770\cdot10^{-12}$	$3{,}448\cdot10^{-15}$
80% ДЛ + 20% ПМ	$9{,}344\cdot10^{-10}$	$-1{,}774\cdot10^{-12}$	$3{,}455\cdot10^{-15}$
70% ДЛ + 30% ПМ	$9{,}003\cdot10^{-10}$	$-1{,}726\cdot10^{-12}$	$3{,}361\cdot10^{-15}$
60% ДЛ + 40% ПМ	$8{,}593\cdot10^{-10}$	$-1{,}551\cdot10^{-12}$	$2{,}971\cdot10^{-15}$
50% ДЛ + 50% ПМ	$8{,}264\cdot10^{-10}$	$-1{,}495\cdot10^{-12}$	$2{,}912\cdot10^{-15}$
40% ДЛ + 60% ПМ	$8{,}050\cdot10^{-10}$	$-1{,}404\cdot10^{-12}$	$2{,}673\cdot10^{-15}$
100% ПМ	$6{,}756\cdot10^{-10}$	$-9{,}011\cdot10^{-13}$	$1{,}755\cdot10^{-15}$

Как видно из приведенных в таблице данных, коэффициенты полиномов зависят от состава смесевого топлива.

$$\beta = a_0 + a_1 p_н + a_2 p_н^2 = f_0(g_m) + f_1(g_m) p_н + f_2(g_m) p_н^2,$$

где g_m – доля пальмового масла в смесевом топливе. Для функций $f(g_m)$ также были получены аппроксимирующие их полиномы второй степени:

$$a_0 = 2.066\cdot10^{-14} g_m^2 - 5.824\cdot10^{-12} g_m + 1.059\cdot10^{-9}$$
$$a_1 = -4.372\cdot10^{-17} g_m^2 + 1.664\cdot10^{-14} g_m - 2.165\cdot10^{-12}$$
$$a_2 = 9.802\cdot10^{-20} g_m^2 - 3.389\cdot10^{-17} g_m + 4.228\cdot10^{-15}$$

Подставив аппроксимации для $f(g_m)$ в уравнение, получаем формулу для вычисления значения истинного коэффициента сжимаемости в зависимости от начального давления p_h и состава топливной смеси g_m:

$$\beta = \left(1.059\cdot10^{-9} - 5.824\cdot10^{-12} g_m + 2.066\cdot10^{-14} g_m^2\right) + \left(-2.164\cdot10^{-12} + 1.664\cdot10^{-14} g_m - 4.372\cdot10^{-17} g_m^2\right) p_h + \left(4.228\cdot10^{-15} - 3.389\cdot10^{-17} g_m + 9.802\cdot10^{-20} g_m^2\right) p_h^2$$

Определение сжимаемости дизельных топлив при высоких давлениях путем регистрации распространения в них импульсов давления представляет некоторые сложности.

В связи с этим была исследована возможность измерения скорости звука в топливе и, соответственно, определения коэффициента сжимаемости на основе регистрации распространения в нагнетательном трубопроводе волны разрежения. В лабораторной установке волну разрежения создавали, открывая установленную на выходе из трубопровода электрогидравлическую форсунку. Предварительно в трубопроводе насосом устанавливали заданное начальное давление. Результаты измерений таким способом скоростей распространения волны разрежения в нефтяном дизельном топливе приведены на рисунке 3.

На этом же рисунке представлены аналогичные результаты, полученные регистрацией распространения волны сжатия. Как видно, при начальных давлениях в нагнетательном трубопроводе, меньших 350 бар, способ, основанный на измерении волны разрежения, дает заниженные результаты. При давлениях, больших 350 бар, результаты измерений обоими методами практически совпадают. Последнее позволяет, в частности, предполагать, что способ определения сжимаемости дизельных топлив, основанный на регистрации распространения волны разрежения, может быть использован в диапазоне давлений, характерных для систем топливоподачи типа Common Rail.

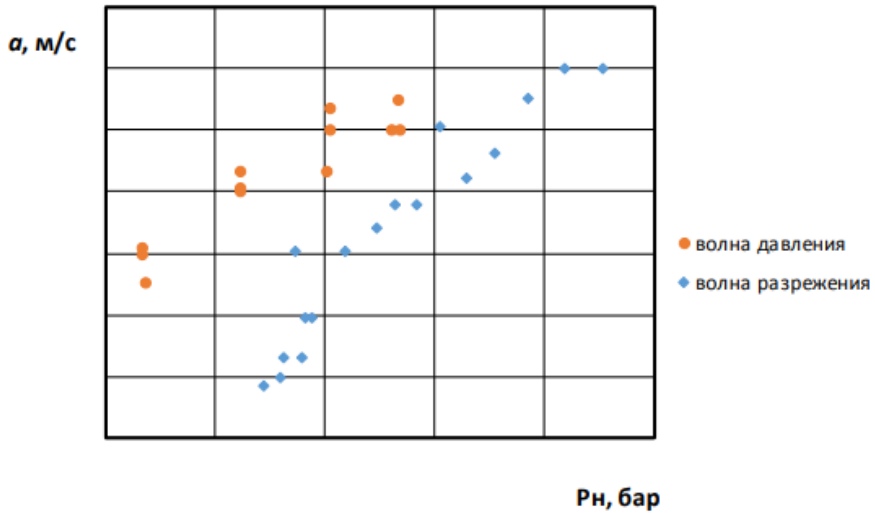


Рисунок 3 – Значения скоростей звука а для нефтяного дизельного топлива, полученные разными способами

Результаты проведенных экспериментов показали, что с увеличением начального давления p_h и доли пальмового масла в смесевом топливе истинный коэффициент сжимаемости β уменьшается. При этом диапазон изменения этой величины с ростом p_h и g_m также уменьшается. При p_h = 40 бар сжимаемость дизельного топлива и пальмового масла различаются на 36,56%. При p_h = 270 бар – на 29,79%. Формула может быть рекомендована для определения с погрешностью менее 5% значения истинного коэффициента сжимаемости β при расчетах процесса впрыскивания топлива в дизельных двигателях, работающих на смесях дизельного топлива с пальмовым маслом. Для определения сжимаемости дизельных топлив при высоких давления, характерных для современных систем топливоподачи, можно определять скорость звука в топливе на основе регистрации распространения в нем волны разрежения.

Литература

1. Мировые рынки органической масложировой продукции, ориентированные на устойчивое развитие / Н. Д. Аварский, В. В. Таран, Ж. Е. Соколова, Е. А. Силко // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – № 7. – С. 55-63.

2. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : Сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции вузов Приволжского региона. – Чебоксары : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.

3. Борисевич, А. В. Современное состояние российского рынка растительных масел / А. В. Борисевич // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. Вступление. Путь в науку. – 2019. – № 2 (26). – С. 44-51.

4. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.

5. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978_5_6048477_3_2. – EDN XCGZJA.

6. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.

7. Перспективы использования пальмового масла в качестве топлива для транспортных дизелей / Э. К. Чибанда, В. М. Славуцкий, А. В. Курапин, Е. А. Салыкин // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2017. – № 4 (58). – С. 143-148.
8. Development of a methodology for calculating the integral toxicity of exhaust gases of a diesel engine running on alternative fuels / O. P. Lopatin, V. A. Likhanov, A. A. Belov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 042003. – EDN SUOZCK.
9. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine / I. I. Maksimov, A. S. Alatyrev, M. P. Smirnov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 032052. – EDN XHCRTS.
10. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine / A. P. Akimov, P. L. Lekomtsev, V. A. Likhanov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Krasnoyarsk, Russia, 24 сентября – 03 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. Volume 2094. – Krasnoyarsk, Russia: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52068. – EDN KUFPIH.
11. Бижаев, А. В. Применение пальмового масла в качестве присадки к топливу тракторных дизельных двигателей / А. В. Бижаев, А. А. Симеон // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 6. – С. 41-46.
12. Lopatin, O. P. Development of tractor gas-diesel modifications / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62034. – EDN XQLTBZ.
13. Lopatin, O. P. The effect of operational modes of diesel engines to emissions of nitrogen oxides / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62087. – EDN HAGOJO.
14. Lopatin, O. P. Study of the influence of the degree of exhaust gas recirculation on the working process of a diesel / O. P. Lopatin // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42021. – EDN YMEIOW.
15. Implementation of Palm biodiesel based on economic aspects, performance, emission, and wear characteristics / H. H. Mosarof, M. A. Kalam, H. H. Masjuki [et al.] // Energy conversion and Management. – 2015. – № 105. – pp. 617-629.
16. Вязкостные характеристики биотоплив на основе растительных масел / В. А. Марков, С. Н. Девянин, С. А. Зыков [и др.] // Грузовик. – 2017. – № 3. – С. 40-46.
17. Lopatin, O. P. Mathematical problem in the construction of kinetic equations of alternative fuel oxidation in an internal combustion engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52033. – EDN UBKPGA.
18. Лопатин, О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции / О. П. Лопатин // Сборник научных трудов по материалам Восемнадцатой международной научно-практической конференции «Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности

предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых». – Ярославль, 2015. – С. 30-34. – EDN TYSTZT.

19. Lopatin, O. P. Development of a methodology for assessing the impact of vehicles on the acoustic environment / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62049. – EDN URAHKQ.

20. Исследование биодизельного топлива с добавками пальмового масла и перекиси водорода / П. П. Ощепков, И. А. Заев, С. В. Смирнов, А. В. Бижаев // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2019. – Т. 13, № 3. – С. 48-53.

21. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в ОГ дизеля с турбонаддувом путем применения КПГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука–Технология–Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Выпуск 12. – С. 415-419. – EDN WDXALZ.

22. Лопатин, О. П. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы III Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – С. 126-133. – EDN VILKZJ.

23. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Киров, 2004. – 200 с. – EDN NMTQAT.

24. Lonts, H. Alcohol Cold Starting: A Theoretical atudy / H. Lonts, D. Browning // 18 IECEC. – Orlando, 1983. – P. 586-591.

25. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 18 с. – EDN NHQHNX.

26. Лопатин, О. П. Химическое строение оксидов азота и особенности образования их в цилиндре тракторного газодизеля / О. П. Лопатин // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : Материалы 12-ой научно-практической конференции вузов Поволжья и Предуралья. – Киров : Вятская ГСХА, 2001. – С. 28-34. – EDN WLRLHV.

27. Астахов, И. В. Сжимаемость моторных топлив / И. В. Астахов // Энергомашиностроение. – 1960. – № 9. – С. 8-11.

УДК 621.873.25

АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ БАШЕННЫХ КРАНОВ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

Гаврилюк М. Г.[1] – аспирант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Сидоров А. И.[2], д-р техн. наук, профессор
[1]ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия
[2]ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» г. Челябинск, Россия

Аннотация. В работе рассмотрены основные требования к электроснабжению крана и соответствующая нормативная документация, регулирующая каждое из этих требований, а также проведён анализ на предмет согласованности, применимости и полноте ключевых требований.

Ключевые слова: электроснабжение, подъемное сооружение, строительная площадка

Башенный кран является грузоподъёмным механизмом, использующим стационарно установленное грузоподъемное оборудование, и, следовательно, подлежит обязательному учёту в Ростехнадзоре. Строительная площадка, на которой он установлен, относится к опасным производственным объектам IV класса опасности и должна быть зарегистрирована в государственном реестре опасных производственных объектов (ГРОПО) [1]. Следовательно, для обеспечения безопасности и надёжности эксплуатации кранов, их стандартизации и надзора, а также предотвращения аварий необходимы нормативные документы, которые устанавливали бы строгие требования к заземлению, защите от токов утечки и предотвращению поражения персонала электрическим током.

Целью данного теоретического исследования является анализ действующей в настоящее время нормативной документации по обеспечению электроснабжения башенных кранов на предмет определения согласованности, применимости и полноте ключевых требований к электроснабжению кранов на строительной площадке.

Основными нормативными документами, регулирующими требования к электроснабжению башенных кранов, являются правила устройства электроустановок (далее – ПУЭ) [2], федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности (далее – ФНП), своды правил (далее – СП) [3] и государственные стандарты (далее – ГОСТ) [4, 5]. Правовой статус этих документов неравноценен, поскольку области их регулирования зачастую пересекаются, по причине чего в современной российской нормативной системе сложилась следующая практика их применения:

1. ФНП являются нормативными правовыми актами, обязательными для исполнения на основании федерального закона ФЗ-116, и имеют наивысший приоритет среди указанных документов для опасных производственных объектов.
2. СП и ГОСТы считаются необходимыми для выполнения, если они включены в Перечень обязательных стандартов к Техническим регламентам (например, к ФЗ-384 «О безопасности зданий и сооружений»). В этом случае они считаются сопоставимыми с ФНП в части обеспечения безопасности. СП и ГОСТы, отсутствующие в Перечне, применяются по выбору проектировщика или заказчика, если иное не указано в договоре или нормативно-правовых актах.
3. ПУЭ являются основополагающим отраслевым документом для проектирования и монтажа, однако не зарегистрированы в Минюсте как нормативно-правовой акт. По этой причине, если ПУЭ противоречит современному ГОСТу или Техническому регламенту, приоритет отдается более новому документу [6 – 8]. Однако при выборе между двумя нормами часто рекомендуется применять ту, что предъявляет более жесткие требования.

Основные меры по выполнению ФНП по электроснабжению подъемных сооружений (далее – ПС) на стройплощадке регулируется Приказом Ростехнадзора от 26.11.2020 № 461 и включают в себя следующие требования к электроснабжению башенного крана:

1. Подключение башенного крана к электросети должно осуществляться через специальное вводное устройство (рубильник), которое должно иметь возможность запирания в выключенном состоянии для предотвращения случайного пуска [9].
2. Все металлические нетоковедущие части крана, которые могут оказаться под напряжением, должны быть заземлены путём соединения корпуса крана и рельсового пути с общим контуром заземляющего устройства. Рельсы кранового пути должны быть соединены между собой и заземлены не менее чем в двух разных местах (двумя заземлителями) [10].
3. При работе на расстоянии менее 30 метров от линии электропередачи напряжением свыше 42 В необходимо оформление наряда-допуска. Ответственный за

безопасное производство работ должен лично указать крановщику место установки ПС и сделать запись в вахтенном журнале. Установка стрелового крана непосредственно под проводами действующих ЛЭП любого напряжения запрещена [11].

4. Кран должен быть оснащен приборами безопасности – ограничителями, указателями и регистраторами параметров работы. Разрешение на пуск после их ремонта или настройки дает работник, ответственный за работоспособное состояние ПС [12].

5. Организация временного электроснабжения на площадке должна соответствовать проектной документации, которая учитывает мощность оборудования и условия окружающей среды (температуру, влажность).

ГОСТ и СП дополняют нормы ФНП техническими деталями проектирования и устройства систем электроснабжения. В то время как ФНП фокусируются на безопасности эксплуатации, ГОСТ и СП устанавливают конкретные параметры оборудования и правила его монтажа.

1. Низковольтные комплектные устройства (НКУ СП). Регулируются ГОСТ IEC 61439-4, согласно которому распределительные щиты на стройке должны быть заводского изготовления и испытаны на стойкость к механическим ударам и воздействию коррозии.

2. Устройства аварийного отключения. Регулируются ГОСТ Р 59931-2021, согласно которому на пульте управления требуется наличие выключателя для экстренной остановки всех приводов и, при необходимости, полного обесточивания крана.

3. Крановые пути и заземление. Регулируются СП 12-103-2002, который регламентирует устройство заземляющего контура именно для рельсовых путей.

4. Кабельные линии. Используются гибкие кабели в резиновой изоляции (типа КГ), защищенные от механических повреждений лотками или подвесами.

Основное различие между ФНП и ГОСТ, СП и ПУЭ заключается в объекте регулирования и методах контроля. ФНП определяют, кто и как должен управлять процессом, чтобы избежать аварии. ГОСТ, СП и ПУЭ определяют, каким должен быть кран и его система питания, чтобы технически соответствовать нормам надежности.

Реализация этих нормативных требований может быть сопряжена с некоторыми сложностями, так как требует соблюдения сложного баланса между промышленной безопасностью, технической точностью и юридической ответственностью. Основная трудность реализации ФНП – в жесткости сроков и бюрократии, поскольку малейшее отклонение ведет к административной ответственности и риску остановки работ.

Соблюдение ПУЭ требует постоянных замеров сопротивления изоляции, что сложно организовать в условиях неблагоприятных природных условий на строительной площадке – башенные краны чувствительны к перепадам напряжения, качество заземления не всегда можно гарантировать, а временные сети электроснабжения отличаются нестабильностью.

СП диктуют, как кран должен взаимодействовать со строящимся зданием и другими кранами, однако соблюдение зон безопасности и пересечение стрел требует сложной координации и установки систем предотвращения столкновений. Кроме того, при ремонте или замене стальных канатов, крюков или метизов запчасти должны строго соответствовать ГОСТам, однако для старых моделей кранов бывает сложно найти детали с нужной сертификацией.

Тот факт, что башенный кран устанавливается временно (на период строительства), не освобождает эксплуатирующую организацию от соблюдения норм промышленной и электробезопасности. Требования ФНП распространяются на грузоподъемные краны всех типов, однако, применительно к временным ПС, имеют ряд особенностей:

1. Все требования ФНП, ГОСТ, СП и ПУЭ должны быть интегрированы в проект производства работ, который разрабатывается специально для конкретной площадки [13].

2. Электроснабжение по ПУЭ реализуется через временные распределительные щиты, которые должны обеспечивать видимый разрыв цепи и защиту от перегрузок [14].

3. Соблюдение ГОСТ и ПУЭ критично при определении расстояний до действующих ЛЭП и строящихся зданий.

Одним из существенных недостатков существующей в настоящее время нормативной документации является отсутствие единого документа, комплексно регулирующего электроснабжение кранов, из чего вытекает необходимость одновременного соблюдения большого числа различных актов. Разные ведомства обновляют свои акты с разной скоростью, поэтому существует вероятность возникновения ситуации, в которой один акт будет формально противоречить другому – например, при подборе типа систем заземления. В ПУЭ рекомендуются TN-S или TN-C-S, в которых рабочий нуль и защитный проводник разделены, что требует пятижильного кабеля для питания трехфазных кранов. Однако многие краны старых серий спроектированы под систему TN-C с совмещенным проводником, что может привести к конфликту с заводской документацией.

Большое число актов приводит к возрастанию бюрократической нагрузки на ответственных лиц и усложнению ответственности между владельцем крана и сетевой компанией, что повышает вероятность риска «человеческого фактора» и формального подхода к проверкам заземления. Это может привести к снижению уровня безопасности, возрастанию риска поражения электрическим током или возгорания, удорожанию и задержке строительства, а также усложнению расследования несчастных случаев, аварий и чрезвычайных происшествий.

По итогам проведённого анализа нормативной документации, регулирующей обеспечение электроснабжения башенных кранов на строительной площадке, можно сделать вывод, что действующая система требований носит комплексный, но фрагментированный характер. Регулирование требований электроснабжения осуществляется одновременно несколькими группами документов, которые различаются по степени обязательности и области применения. Установлено, что в целом нормативная база обеспечивает необходимый уровень требований к электробезопасности башенных кранов, однако выявлен и ряд системных недостатков – отсутствие единого комплексного документа, различная периодичность актуализации действующих норм, их чрезмерная фрагментация и недостаточная взаимная согласованность. Решением данной проблемы может стать разработка комплексного, унифицированного документа, либо систематизация имеющейся нормативной документации с учётом специфики временных строительных установок.

Литература

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2025) : Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 08.08.2024).

2. ПУЭ: Глава 5.4. Электрооборудование кранов. – URL: https://en-res.ru/stati/puje-aktualnost/pue-glava-5-4-elektrooborudovanie-kranov.html (дата обращения: 11.03.2026).

3. Свод правил СП 76.13330.2016 - Фонд капитального ремонта – URL: https: //fkr-spb.ru/upload/iblock/597/pgvfzk0dt8k0e33npbgx8pah0voahdd8.pdf (дата обращения: 12.03.2026).

4. ГОСТ Р 59931-2021. Краны грузоподъемные. Требования к электрооборудованию. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200182049 (дата обращения: 17.03.2026).

5. ГОСТ Р 21.001-2021. Система проектной документации для строительства (СПДС). Общие положения. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200182141 (дата обращения: 17.03.2026).

6. Технические регламенты в электрике: что такое ПУЭ, ГОСТы, чем они различаются и на что ориентироваться? // Кабель Иркутск : сайт. – URL: https://kabelirkutsk.ru/news/tekhnicheskie-reglamenty-v-ehlektrike-chto-takoe-pueh-gosty-chem-oni-razlichayutsya-i-na-chto-orientirovatsya/ (дата обращения: 21.03.2026).

7. ПУЭ, ГОСТы и технические регламенты - на что ориентироваться // Петрович Знает. – URL: https://znaet.petrovich.ru/stroitelstvo/elektrika-kabelnye-sistemy/avtomaty-shchitki-schetchiki/obzor/pue-gosty-i-tehnicheskie-reglamenty-na-chto-orientirovatsya/ (дата обращения: 21.03.2026).

8. Что имеет приоритет в случае наличия противоречий - ГОСТ или ГОСТ Р? Ответы экспертов // NormaCS. – URL: https://www.normacs.info/answers/5372 (дата обращения: 21.03.2026).
9. Ростехнадзор разъясняет: Вопросы эксплуатации подъемных сооружений // Представительство НПО «Техкранэнерго» в г. Нижний Новгород и Нижегородской области. – URL: https://tk-servis.ru/news/1691565965/ (дата обращения: 21.03.2026).
10. Защитные меры в электроустановках. – URL: https://www.ess-ltd.ru/elektrobezopasnost/zashchitnye-mery-v-elektroustanovkakh/ (дата обращения: 29.03.2026).
11. Работа крана вблизи ЛЭП: правила и документация // Компании ЦТО. – URL: https://centr-teh.ru/blog/podemnye-krany/rabota-krana-vblizi-lep (дата обращения: 29.03.2026).
12. Ростехнадзор разъясняет: Постановка на учет ПС, пуск в работу // Московское представительство АО НПО «Техкранэнерго». – URL: https://tke-moscow.ru/news/1693899334/ (дата обращения: 29.03.2026).
13. Разработка ППР в строительстве: состав проекта производства работ. – URL: https://kirov.1cbit.ru/blog/razrabotka-proekta-proizvodstva-rabot-kto-i-kak-razrabatyvaet-ppr-v-stroitelstve/ (дата обращения: 29.03.2026).
14. Правила устройства электроустановок. – URL: https://abespb.ru/for-clients/pue/pravila-ustroystva-elektroustanovok-pue-razdel-4-raspredelitelnye-ustroystva-i-podstantsii/ (дата обращения: 29.03.2026).

УДК 621.436

ВИДЫ ТОПЛИВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ДВИГАТЕЛЯХ

Гырдымов А. А. – магистрант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Руководитель – Деветьяров Р. Р., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены основные виды топлива, применяемые в двигателях внутреннего сгорания, с акцентом на эксплуатационные и экологические особенности жидких нефтяных, газообразных и смесевых альтернативных топлив. Показано, что современное развитие двигателестроения связано не только с совершенствованием конструкции двигателя, но и с расширением топливной базы за счет биогаза, этанола, растительных масел и спиртосодержащих эмульсий. Особое внимание уделено метаноло-топливной смеси, применяемой в дизельных двигателях. Установлено, что данное направление представляет практический интерес для агроинженерии, поскольку позволяет сочетать приемлемые энергетические показатели с улучшением экологических характеристик. Обосновано, что метаноло-топливная смесь в дизелях должна рассматриваться не как простая замена традиционного дизельного топлива, а как инженерно настраиваемая система, требующая коррекции впрыска, смесеобразования и оценки токсичности отработавших газов.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, дизель, топливо, альтернативное топливо, метанол, метаноло-топливная смесь, биогаз, этанол

Топливо в двигателях внутреннего сгорания определяет не только тепловой потенциал рабочего цикла, но и конструкцию системы питания, характер смесеобразования, уровень токсичности отработавших газов и экономику эксплуатации техники. Для транспортных, тракторных и сельскохозяйственных машин это особенно важно, поскольку именно в этих сегментах двигатель работает в широком диапазоне нагрузок и должен сохранять устойчивость процесса сгорания при переменном режиме. А. С. Клементьев рассматривает расширение топливной базы двигателей как одно из ключевых направлений модернизации моторной техники, включая применение жидких нефтяных, газообразных и альтернативных топлив [1].

Традиционная структура моторных топлив по-прежнему опирается на бензины и дизельные топлива. Бензин используется главным образом в двигателях с искровым зажиганием, тогда как дизельное топливо сохраняет ведущие позиции в тяжелой, транспортной и сельскохозяйственной технике благодаря высокому крутящему моменту, сравнительно низкому удельному расходу и устойчивой работе при длительных нагрузках. Однако зависимость от нефтяной базы, ужесточение экологических требований и рост интереса к локальным сырьевым ресурсам делают однокомпонентную топливную модель все менее достаточной. Поэтому практическая постановка вопроса сегодня сводится не к абстрактному поиску «замены дизелю», а к выявлению таких видов топлива, которые можно использовать либо самостоятельно, либо в составе рационально подобранных смесей.

Отдельную группу образуют газообразные топлива. Их применение привлекательно из-за более чистого сгорания и возможности частично снизить нагрузку на окружающую среду. С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков и В. А. Марков подчеркивают, что биогаз и другие газовые топлива имеют потенциал для использования в дизельных схемах, однако требуют решения вопросов хранения, дозирования и воспламенения, а также адаптации двигателя к иной физике рабочего процесса [2]. Для агроинженерии это имеет прикладное значение, поскольку биогаз может быть связан с переработкой органических отходов и локальной энергетикой хозяйства.

Значительный интерес вызывают спиртовые топлива. В. А. Марков, П. Р. Вальехо Мальдонадо и В. В. Бирюков показывают, что метанол и этанол нельзя оценивать только через их меньшую теплоту сгорания по сравнению с нефтяным дизельным топливом. Для дизелей существенно важнее то, как меняются вязкость, испаряемость, воспламеняемость и структура распыла, а значит, и весь ход рабочего процесса [3]. Именно поэтому спирты в дизельной технике чаще всего рассматриваются не в режиме прямой замены штатного топлива, а в форме смесей, эмульсий и двухтопливных систем.

Практика введения этанола в дизельное топливо подтверждает, что даже относительно изученные спиртовые добавки требуют точной регулировки параметров впрыска. В исследовании В. А. Маркова, В. В. Бирюкова и С. Н. Девянина при анализе работы дизеля на смеси дизельного топлива с этанолом показано, что изменение установочного угла опережения впрыскивания прямо влияет на мощностные и экономические показатели; при одном из рассмотренных режимов эффективная мощность составляла 55,2 кВт, а удельный эффективный расход достигал 300 г/(кВт·ч) [4]. Этот результат важен методологически: сам по себе ввод спиртового компонента не гарантирует улучшения показателей, если не выполнена последующая калибровка двигателя.

Для аграрной техники особый интерес представляют топлива на основе возобновляемого сырья. В. А. Лиханов и О. П. Лопатин в работе о применении рапсового масла и этанола показывают, что сочетание растительного компонента и спирта позволяет перейти от идеи частичного замещения к концепции глубокой переработки топливного обеспечения дизеля. Исследователи указывают на возможность полного замещения нефтяного топлива при условии дооснащения двигателя дополнительным топливным оборудованием и изменения конструкции головки блока цилиндров [5]. Следовательно, современные виды топлива в двигателях целесообразно классифицировать не только по агрегатному состоянию или происхождению, но и по степени необходимого вмешательства в базовую конструкцию двигателя.

Наиболее показательной для данной темы является метаноло-топливная смесь в дизелях. Ее инженерная ценность состоит в том, что метанол, обладая выраженными физико-химическими отличиями от дизельного топлива, способен изменять процесс смесеобразования и сгорания, но в составе правильно подобранной смеси не выводит двигатель из рабочего диапазона. В. А. Лиханов и О. П. Лопатин при исследовании дизеля 4Ч 11,0/12,5 на природном газе, метаноло- и этаноло-топливных эмульсиях показали, что ключевое значение приобретает выбор режима и угла опережения впрыскивания; для сопоставляемых режимов фигурируют n = 2200 мин-1, pe = 0,64 МПа, а оптимальный установочный угол впрыскивания для ряда вариантов был принят на уровне 23° [6]. Это означает, что метаноло-топливная смесь является

не «универсальным заменителем», а настраиваемым рабочим телом, эффективность которого раскрывается только в связке с параметрами топливоподачи.

Исследование В. А. Лиханова, О. П. Лопатина, С. А. Романова и А. В. Патурова, посвященное сгоранию и тепловыделению в цилиндре тракторного дизеля при работе на метаноло-топливной эмульсии, усиливает этот вывод. Авторы рассматривают не внешний эффект от использования нового топлива, а внутреннюю механику рабочего процесса: изменение фазы горения, распределение тепловыделения, связь распыла и последующего воспламенения. Для сопоставления использовались режимы того же порядка – n = 2200 мин-1, pe = 0,64 МПа, а анализ велся для разных значений угла впрыскивания, в частности 23° и 26° [7]. Практический смысл здесь очевиден: судьба метаноло-топливной смеси решается не только составом самой смеси, но и точностью совмещения ее свойств с кинематикой и газодинамикой конкретного дизеля.

Таблица 1 – Сопоставление отдельных видов топлива и смесевых решений для дизельных двигателей

Вид топлива или решения	Область применения	Количественный ориентир из исследований	Техническая оценка
Нефтяное дизельное топливо	Базовое топливо для тракторных и транспортных дизелей	Используется как эталон сравнения в экспериментальных сериях	Обеспечивает устойчивый рабочий процесс, но ограничено экологическими показателями
Биогаз и иные газовые топлива	Газодизельные и комбинированные схемы	Требуют отдельной системы хранения и подачи	Перспективны для хозяйств с собственной сырьевой базой
Смесь дизельного топлива с этанолом	Дизели после настройки впрыска	Ne = 55,2 кВт; ge = 300 г/(кВт·ч) на одном из исследованных режимов	Эффект зависит от настройки угла опережения впрыска
Метаноло- и этаноло-топливные эмульсии	Дизель 4Ч 11,0/12,5	n = 2200 мин-1; pe = 0,64 МПа; оптимальный Θвпр = 23°	Смесевое топливо работоспособно при точной калибровке
Метаноло-топливная эмульсия	Тракторный дизель	Сопоставление режимов велось при Θвпр = 23° и 26°	Требует согласования распыла, воспламенения и тепловыделения

Переход от традиционных топлив к альтернативным в дизеле не сводится к замене одного горючего другим. Чем сложнее физико-химическая природа топлива, тем выше роль настройки впрыска, характера распыла и организации начальной фазы горения. Поэтому для агроинженерной практики наиболее рационален не догматический подход, при котором один вид топлива объявляется безусловно лучшим, а адаптивная стратегия: выбор топлива должен соотноситься с типом машины, режимом ее загрузки, доступностью сырья и допустимой глубиной модернизации топливной аппаратуры.

Экологический аспект в этой системе координат приобретает самостоятельное значение. В статье В. А. Лиханова и О. П. Лопатина 2023 года показано, что различные альтернативные топлива изменяют токсичность дизельного двигателя неодинаково, а их экологический эффект определяется не только наличием кислорода в молекуле топлива, но и полнотой сгорания, характером образования сажи и оксидов азота, а также режимом работы двигателя [8]. Для практики это означает, что метаноло-топливная смесь должна оцениваться одновременно по четырем критериям: мощность, расход, устойчивость сгорания и токсичность. Исключение хотя бы одного из них делает вывод о целесообразности ее применения неполным.

Современный этап исследований смещает внимание от простого эмпирического сравнения к анализу процессов впрыскивания и распыливания. В работе 2024 года В. А. Лиханов и О. П. Лопатин рассматривают метанолсодержащее топливо уже на уровне параметров струи, критерия Вебера, границ развития факела, размера капель и угла

распыливания [9]. Это принципиально важно для дальнейшего развития темы. Если ранние исследования отвечали на вопрос, «может ли дизель работать на такой смеси», то новые работы отвечают на более строгий вопрос: «какие параметры смесеобразования необходимо обеспечить, чтобы такая работа была устойчивой, экономичной и экологически оправданной».

Классификация видов топлива, используемых в двигателях, должна строиться не только по происхождению – нефтяные, газовые, биологические, спиртовые, – но и по их технологическому статусу в конкретном двигателе. Одни топлива применяются без существенной переделки, другие требуют перенастройки режима впрыска, третьи предполагают конструктивную модернизацию системы питания. Метаноло-топливная смесь в дизелях относится именно к последней группе: она перспективна, но ее достоинства проявляются только при инженерно выверенной настройке рабочего процесса.

Для агроинженерии это направление имеет прикладной смысл. Тракторные и стационарные дизели эксплуатируются продолжительно, работают на переменных нагрузках и чувствительны к себестоимости топлива. Поэтому применение смесевых спиртосодержащих составов, в том числе метаноло-топливных, следует рассматривать как реальный путь диверсификации топливной базы. Научные данные показывают, что такое решение возможно, но требует точного согласования свойств топлива и параметров двигателя. Перспективность нового топлива определяется не самим фактом его альтернативности, а глубиной инженерной проработки условий его использования.

Литература

1. Клементьев, А. С. Перспективные топлива для двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств / А. С. Клементьев // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 6 (6). – С. 76-79.

2. Девянин, С. Н. Биогаз – альтернативное топливо для дизелей / С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков, В. А. Марков // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 2 (26). – С. 68-73.

3. Марков, В. А. Спиртовые топлива для дизельных двигателей / В. А. Марков, П. Р. Вальехо Мальдонадо, В. В. Бирюков // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2015. – № 11. – С. 39-52.

4. Марков, В. А. Работа дизеля на дизельном топливе с добавкой этанола / В. А. Марков, В. В. Бирюков, С. Н. Девянин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2015. – № 2 (44). – С. 18-28.

5. Лиханов, В. А. Применение рапсового масла и этанола в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2022. – Т. 32, № 3. – С. 373-389.

6. Лиханов, В. А. Исследование мощностных и экономических показателей дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе, метаноло- и этаноло-топливных эмульсиях / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – № 2 (50). – С. 43-49.

7. Лиханов, В. А. Сгорание и тепловыделение в цилиндре тракторного дизеля при работе на метаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, С. А. Романов, А. В. Патуров // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 11. – С. 14-19.

8. Лиханов, В. А. Исследование токсичности дизельного двигателя при работе на различных альтернативных топливах / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Двигателестроение. – 2023. – № 2 (292). – С. 54-61.

9. Лиханов, В. А. Исследование характеристик впрыскивания и распыливания метанолсодержащего топлива в дизельном двигателе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 3. – С. 424-443.

УДК 338.47

ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТЯГАЧЕЙ С СЕДЕЛЬНО-СЦЕПНЫМ УСТРОЙСТВОМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАК УНИВЕРСАЛЬНОГО АВТОТРАНСПОРТА

Дурсенев С. И. – магистрант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Шилин В. В., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье проводится анализ возможных вариантов применения автомобильных тягачей в сельском хозяйстве. Обосновывается универсальность данного вида автотранспорта за счет применения различных вариантов полуприцепов

Ключевые слова: автотранспорт, сельское хозяйство, автомобильные полуприцепы, универсальность

Сельское хозяйство относится к тому числу отраслей, которые имеют довольно широкую номенклатуру перевозимых грузов [2,3]. Помимо необходимости перевозки продукции, которая образуются в результате деятельности сельскохозяйственных предприятий, существует потребность перевозки различных грузов, которые обеспечивают нормальное функционирование их производственных процессов [5, 6, 12, 13, 15, 16, 18, 21]. Такими грузами являются строительные материалы для капитального строительства, текущего ремонта зданий и сооружений, крупные детали, узлы сельскохозяйственных машин и агрегатов, оборудование животноводческих комплексов и т.д. [3].

Наименование перевозимых грузов в АПК и их особенности представим в таблице 1 [9].

Таблица 1 – Современные технологии и особенности перевозки грузов в АПК

Наименование груза	Особенности перевозки груза	Способы перевозок
Зерно	1) сезонный характер; 2) наращивание бортов транспортных средств для максимальной разгрузки бункеров комбайнов; 3) защитные полога от выдувания 4) использование автомобилей с прицепом/полуприцепом	1)прямые перевозки (бесперевалочные); 2)перевалочные; 3)комбинированные; 4)использование накопителей.
Сенаж и сено	1)сезонный характер; относится к опасным грузам; 2) спепогрузчики для загрузки в транспортное средство; 3)надежное закрепление; 4)транспортировка тракторами с прицепами, автомобилем с прицепом/полуприцепом.	1)в тюках и рулонах; 2)рассыпное.
Корнеплоды (свекла, морковь, сахарная свекла)	1)сезонный характер; 2)вывоз и укладка в бурты для 3)отправки на сахарные заводы; 4)большая потребность в транспорте; 5)использование транспорта с прицепами; 6)наращивание бортов.	1)обычный вывоз; 2)поточный вывоз; 3)перевалочный вывоз; 4)поточно-перевалочный вывоз.
Клубнеплоды (картофель)	1) сезонный характер; тракторные, автомобильные, 2) смешанные перевозки в мешках или насыпью	1)вывоз без сортировки; -вывоз с сортировкой.
Минеральные удобрения	1)относится к опасным грузам; 2)крытые кузова и прицепы от попадания влаги; 3)упаковка из полимеров или плотной бумаги; 4)специальные цистерны; 5)наличие знаков опасности; 6)наличие разрешительных документов на перевозки.	Способы перевозки: тарный, бестарный.
Горюче - смазочные материалы	1)относится к опасным грузам; 2)специальные цистерны;	Перевозка с помощью цистерн

	3)наличие знаков опасности; 4)наличие разрешительных документов на перевозки.	
Продукты жизнедеятельности животных (навоз)	1) оборудование накопителя или навозохранилища; 2) оборудование пневматических или скреперных установок; 3) насосных станций; 4) транспортеров; 5) самосплавных систем	Перемещение с помощью: - тракторные тележки; - пневматические и скреперные установки. Внесение: прямоточное, перегрузочное, перевалочное.

Распределение объема грузов в сельском хозяйстве по физико-механическим свойствам выглядит следующим образом: навалочные и насыпные грузы – 65…66%, штучные и упакованные в тару – 28…27%, наливные – 5…7% [4,10,11]. Для наглядности представим распределение грузов на рисунке 1.

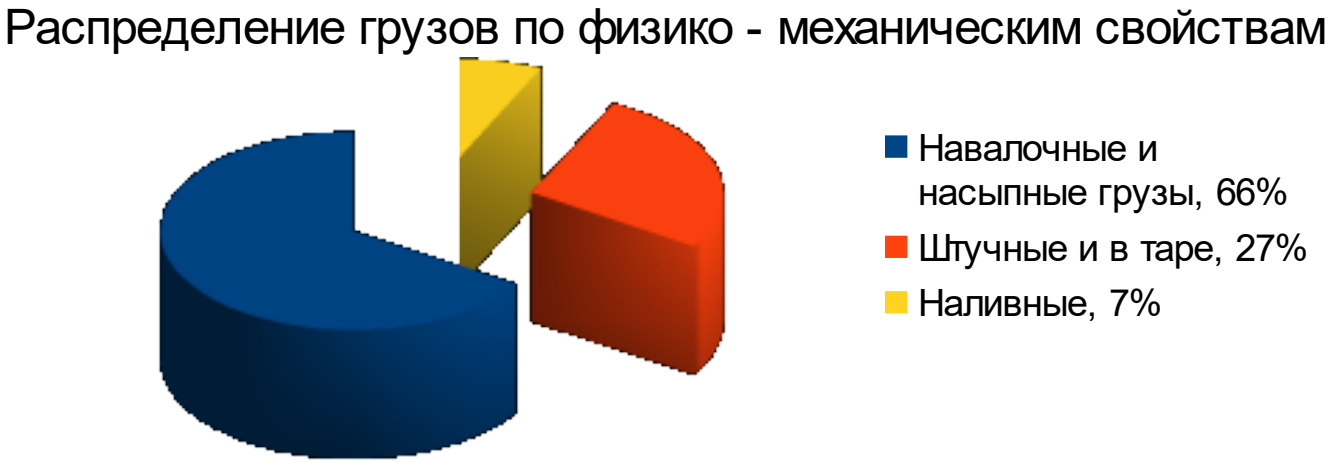


Рисунок 1 – Распределение грузов в сельском хозяйстве по физико-механическим свойствам

Если проанализировать данные таблицы 1, можно отметить, что большинство грузов носит сезонный характер перевозки. Сезонность работ характеризуется неравномерностью нагрузки на транспорт при проведении сельскохозяйственных работ. Пик нагрузки приходится на посевные полевые работы и уборку урожая [3, 4, 7]. В животноводстве сезонность работ менее выражена, чем в растениеводстве. При таком режиме эксплуатации важно как можно более полно использовать грузоподъемность автомобиля, избегать лишнего холостого пробега, а также поддерживать высокий коэффициент технической готовности для избегания простоев во время пика сельскохозяйственных работ [1, 8, 9].

В зависимости от физических свойств грузов для их перевозки могут понадобится различные виды грузовых платформ: бортовые и бортовые с наращенными бортами для перевозки сыпучих грузов различной плотности, грузовые платформы с низкими бортами для перевозки тюков и рулонов с сеном, платформы с тентом для перевозки грузов которые необходимо защищать от воздействий условий внешней среды, различные цистерны для перевозки наливных грузов [9, 14, 17].

Основным видом перевозимых грузов составляют навалочные и насыпные грузы. К ним относятся зерно, зеленая масса для производства силоса, продукты жизнедеятельности животных (навоз), корнеплоды и клубнеплоды [4, 9]. Последние можно возить в обычных бортовых транспортных средствах, но при этом будет достаточно высокий уровень их повреждения [4]. Поэтому для их перевозки следует использовать тару.

Увеличение грузоподъемности автотранспортных средств является одним из ключевых путей повышения эффективности грузоперевозок [1, 2, 3, 9, 17]. При росте грузоподъёмности уменьшается себестоимость перевозки 1 тонны груза и 1 тонно-километра. Это происходит из-за того, что при увеличении объёма перевозимых, грузов снижается доля постоянных затрат на единицу транспортной работы. Увеличение грузоподъемности автопарка предприятия ведет к увеличению его производительности - тот же объем работ по перевозке грузов выполняется за меньшее количество циклов (рейсов) [2, 3]. В таблице 2 приведем сравнение различных видов автотранспортных средств для перевозки сыпучих и навалочных грузов [3].

Таблица 2 – Сравнение вариантов используемых автомобилей и автопоездов при перевозке сыпучих и навалочных сельскохозяйственных грузов

Наименование транспортного средства	Грузоподъемность, кг	Вместимость кузова, куб.м	Снаряженная масса автопоезда, кг
КамАЗ - 45143 	11750	15,2	10200
КамАЗ - 45143+прицеп НЕФАЗ 8560 	11750+10740 Всего 22490	15,2+15,2 Всего 30,4	10200+5260 Всего 15510
КамАЗ - 65225-53+НЕФАЗ-9509-16-30  	31400	30	11285+7600 Всего 18885

Сравнение показателей второй графы таблицы 2 показывает, что применение автопоездов в составе тягача с ССУ и полуприцеп более рационально благодаря высокой грузоподъемности. В качестве автомобильного тягача можно применять полно приводные и обычные тягачи в зависимости от погодных и дорожных условий эксплуатации [1, 9, 11, 14, 17, 19, 20].

В зависимости от вида полуприцепа, который может агрегатироваться с автомобильным тягачом, данный вид транспорта может быть задействован на различных видах грузоперевозок. Рассмотрим виды полуприцепов и область их использования в таблице 3.

Таблица 3 – Виды полуприцепов и их применение в сельском хозяйстве

Вид полуприцепа	Применение в АПК
Самосвальные 	Перевозка сыпучих и навалочных грузов: зерно, зеленая масса на силос, навалом корнеплоды и клубнеплоды, строительные материалы (щебень, ПГС), торф, глина, навоз.
Бортовые 	Перевозка сена и соломы в тюках и рулонах, различные виды грузов в таре, крупногабаритные детали сельскохозяйственных машин.
Автоцистерны 	Специализированная цистерны для бестарной перевозки сыпучих сельскохозяйственных продуктов, таких как комбикорм, зерно, мука, сахар, гранулы, пеллеты и другие сыпучие корма; цистерны для перевозки ГСМ
Тентованный полуприцеп 	Перевозка грузов, требующих защиты от внешних условий окружающей среды .

Полуприцеп с плоской платформой 	Перевозка сена и соломы в тюках и рулонах, различные виды грузов в таре, крупногабаритные детали сельскохозяйственных машин.
Сортиментовоз 	Перевозка круглых лесоматериалов, пиломатериалов (для сельскохозяйственных организаций арендаторов леса), перевозка крупногабаритных длинномерных грузов (труб).
Полуприцеп трал 	Перевозка сельскохозяйственной техники.

Применение автомобилей с полуприцепом позволяет достичь высокого уровня технической готовности автопарка. В случае поломки тягача происходит комплектование полуприцепа с другим автомобилем-тягачом, в то время как поломка аналогичного по грузоподъемности сельскохозяйственного автомобиля приведет к его полному выходу из строя [3, 10, 11].

Таким образом, на основании проанализированных данных можно сделать следующие выводы:

- применение полуприцепов может повысить грузоподъемность и производительность автопарка сельскохозяйственного предприятия;
- применение различных видов полуприцепов при одном автомобиле тягаче с ССУ может сделать его универсальным транспортом для сельского хозяйства;
- применение полуприцепов дает возможность обеспечения высокого коэффициента технической готовности автопарка [17, 19, 20].

Литература

1. Асадуллин, Н. М. Концепция эффективного использования ресурсов при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники / Н. М. Асадуллин, Л. Н. Асадуллин, М. М. Хисматуллин // Вестник Казанского ГАУ. – 2011. – № 3 (21). – С. 17-19.

2. Рекомендации по сохранной перевозке продовольственных грузов. – URL: https://issa.ru/prdoc/prdoc_56.html. (дата обращения: 04.02.2026).

3. Транспорт в агропромышленном комплексе / О. Н. Дидманидзе, Н. Н. Пуляев, А. А. Солнцев [и др.]. – Москва : Росинформагротех, 2024. – 474 с.

4. Курбанов, Р. Ф. Современные технологии и комплексы машин для производства картофеля : учебное пособие для лабораторных работ по дисциплине «Инновационные технологии в механизации растениеводства» для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 160 с.

5. Курбанов, Р. Ф. Влияние эффлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 43-52.

6. Лопатин, С. О. Повышение эффективности вторичной очистки семян // Знания молодых – будущее России : Материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 142-144.

7. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к техногенной оптимизации факторов среды в растениеводстве / Ф. Ф. Мухамадьяров, А. Р. Валиев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 80-86.

8. Мухамадьяров, Ф. Ф. Изменчивость урожайности зерновых и зернобобовых культур в Кировской области / / Ф. Ф. Мухамадьяров, Е. А. Пермяков // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1 (65). – С. 27-31.

9. Голдина, И. И. Особенности грузоперевозок в сельском хозяйстве / И. И. Голдина, Г. А. Иовлев // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. – 2023. – № 1 (17). – С. 44-51.

10. Ресурсосберегающие технологии производства и послеуборочной обработки зерна: учебное пособие для лабораторных и практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / Р. Ф. Курбанов, В. Е. Саитов, А. В. Созонтов, В. В. Шилин. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 112 с.

11. Саитов, В. Е. Состояние и перспективы развития инженерно-технической службы предприятий АПК / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 6-1. – С. 70-74.

12. Саитов, В. Е. Современные ресурсосберегающие посевные комплексы : учебное пособие / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов. – Saarbrucken : LAP LAMBERT, 2018. – 93 с.

13. Созонтов, А. В. Управление персоналом при организации технологических процессов технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта : учебное пособие / А. В. Созонтов, Е. А. Шишканов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – 117 с.

14. Сысуев, В. А. Ресурсоэнергетический анализ сельскохозяйственного производства Северо-Востока европейской части России / В. А. Сысуев, Ф. Ф. Мухамадьяров, В. П. Ашихмин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1996. – № 3. – С. 34-35.

15. Фоминых, С. О. Особенности использования мобильных средств очистки зерна / С. О. Фоминых // Знания молодых – будущее России : Материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 277-279.

16. Шиврин, В. И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна при применении современных машин первичной очистки / В. И. Шиврин // Знания молодых – будущее России : Материалы XVII Международной студенческой научной конференции : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 294-297.

17. Шилин, В. В. Повышение эффективности перевозки сельскохозяйственной продукции за счет реализации энергосберегающих технологий при совершенствовании логистических систем управления материальными и информационными потоками / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Выпуск 23. – С. 219-224.

18. Шилин, В. В. Ресурсосбережение при модернизации технологических линий / В. В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Выпуск 23. – С. 225-230.
19. Шилин, В. В. Совершенствование технологии хранения машинно-тракторного парка в условиях предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, В. А. Салангин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Выпуск 25. – С. 232-235.
20. Шилин, В. В. Совершенствование технологии технического обслуживания и текущего ремонта автомобильного транспорта в условиях подразделений предприятий агропромышленного комплекса / В. В. Шилин, Д. П. Сысоев // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – Выпуск 25. – С. 236-240.
21. Development of the pneumatic system with an annular aspiration channel for vibrating and rotation grain separator / V. L. Andreev, V. V. Shilin, V. V. Ilichev, T. S. Holodenina // BIO Web of Conferences, Vol. 42 (2022) 03009. doi:10.1051/bioconf/20224203009.

УДК 621.311

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОИСКА МЕСТА ОЗЗ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ РАЗВЕТВЛЁННЫХ СЕТЕЙ 6-35 кВ

Дюкин И. Р. – аспирант 3 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Распределительные сети напряжением 6–35 кВ, составляющие более половины воздушных линий электропередачи России, характеризуются высокой аварийностью и труднодоступностью. Наиболее распространённым и опасным типом повреждения в этих сетях является однофазное замыкание на землю (ОЗЗ), сопровождающее до 80% аварий. В статье рассматриваются существующие методы поиска места ОЗЗ и их существенные ограничения, связанные с влиянием нагрузок, переходных сопротивлений и сложностью эксплуатации. Предложен новый способ поиска места ОЗЗ, основанный на цифровом амплитудно-фазовом анализе гармонических составляющих электромагнитного поля и использующий фазовый сдвиг между током и напряжением для определения направления к месту замыкания. Проведённые лабораторные и полевые испытания подтвердили эффективность метода: вероятность электропоражения сократилось в 2,5 раза, обеспечив повышение электробезопасности персонала.

Ключевые слова: электробезопасность, фазовый анализ, гармонические составляющие, электромагнитное поле, цифровая обработка сигналов

Введение. Единая энергосистема России включает свыше 2,5 млн. км линий электропередачи, 95% которых составляют воздушные линии (ВЛ). Наиболее распространенными и протяженными (51% от общей длины) являются распределительные сети ВЛ напряжением 6–35 кВ. Эти сети характеризуются сложной древовидной структурой, значительной протяженностью и расположением в малонаселенных, труднодоступных районах.

Распределительные сети 6–35 кВ являются наиболее аварийными, и число аварий ежегодно возрастает. Самой распространенной аварией является однофазное замыкание на землю (ОЗЗ), которое сопровождает до 80% всех видов повреждений. С целью обеспечения надежности электроснабжения потребителей, ВЛ 6–35 кВ, работающие с изолированной

нейтралью, остаются в работе при возникновении ОЗЗ. Это обусловливает длительное существование зоны растекания тока ОЗЗ [1,2].

Место возникновения ОЗЗ, как правило, неизвестно, а зона растекания тока может быть визуально нераспознаваемой и легко доступной для людей и животных. Попадание в эту зону смертельно опасно. В литературе зафиксированы многочисленные случаи гибели людей и крупных животных (коров, лошадей) в зоне действия напряжения шага и напряжения прикосновения.

Цель исследования - повышение уровня электробезопасности при эксплуатации трехфазной трехпроводной сети с изолированной нейтралью в аварийном режиме работы путем сокращения времени существования электроопасной ситуации в зоне растекания тока замыкания. Поскольку проблема поиска опасной зоны растекания тока замыкания в разветвленной сети 6–35 кВ не решена должным образом, а применяемые способы не всегда успешны (поиск может вестись сутками), актуальной задачей является разработка нового способа и прибора, способного быстро и точно определить место ОЗЗ при любом виде повреждения.

Анализ состояния разветвленных сетей 6-35 кВ. Распределительные сети 6–35 кВ имеют наибольшую протяженность на территории России (50,4% от общего числа ВЛ) и отличаются высокой аварийностью, в том числе из-за относительно слабой изоляции. Например, в Кировской области суммарная длина ВЛ 6–35 кВ превышает 19 тыс. км. Статистика по филиалам ПАО «Россети» показывает увеличение количества аварийных отключений ВЛ 6–10 кВ [3,4,5,6].

Высокая аварийность и сложность поиска повреждений в таких сетях приводят к значительному риску для персонала. Распределение числа пострадавших в несчастных случаях с летальным исходом в ПАО «Россети» показывает, что более 2/3 смертей (63%) происходит при работах на оборудовании 6–35 кВ. Наиболее часто летальный исход регистрируется при работе на воздушных линиях (28,3%). Наибольшее количество смертельных исходов приходится на электромонтеров (50,4%) [5,6].

При возникновении ОЗЗ возникает опасность для жизни человека и животных, а длительное существование замыкания может привести к перерастанию ОЗЗ в более опасные двух- или трехфазные короткие замыкания. Нормативные документы предписывают обслуживающему персоналу при поиске ОЗЗ использовать средства индивидуальной защиты (диэлектрические боты и перчатки) и не подходить к месту ОЗЗ ближе, чем на восемь метров (защита расстоянием) [1,2].

Обзор существующих методов определения места ОЗЗ. Традиционно место ОЗЗ на разветвленных ВЛ 6–35 кВ определяют топографическим методом, который подразумевает поочередное отключение отходящих линий, что увеличивает время поиска. Поиск данным методом может вестись сутками.

Для ускорения процесса применяются переносные приборы, которые анализируют переменное электромагнитное поле (ЭМП) ВЛ, значительно увеличивающееся в режиме ОЗЗ. Переносные приборы делятся на две группы: работающие на частоте 50 Гц и работающие на высших гармониках; обе группы включают токовые и направленные приборы [4,5,6].

Токовые приборы («Поиск-1», «Волна», «Волна-М», «Квант») основаны на сравнительной оценке уровня токов нулевой последовательности. Недостатки токовых приборов:

1. Влияние токов нагрузки. Приборы, работающие на частоте 50 Гц, встречаются с трудностями из-за влияния магнитного поля токов нагрузки, что ограничивает их применение, если ток ОЗЗ составляет менее 20% от тока нагрузки.
2. Зависимость от внешних факторов. Результаты измерений зависят от множества факторов (рельефа, взаимного расположения проводов, растительности и т.д.), что приводит к многочисленным отказам в работе.
3. Необходимость сравнения числовых показателей. Токовый способ требует сравнительной оценки, а не дает прямого указания направления.

4. Зависимость от переходного сопротивления. Приборы, использующие высшие гармоники, сталкиваются с проблемой, что изменение переходного сопротивления в месте замыкания вызывает изменение уровня высших гармонических составляющих тока, что затрудняет работу. Это особенно проявляется при «неметаллических» замыканиях.

Направленные приборы («Зонд», ОМЗ-3В) позволяют определить направление протекания мощности нулевой последовательности (или тока). Направленный прибор «Зонд», работающий на 11-й гармонике, более нагляден, так как отклонение стрелки указывает направление движения к месту ОЗЗ. Общие недостатки существующих приборов:

- Из-за значительной массы и габаритов они неудобны в эксплуатации.
- Наличие множества переключателей и сложность настройки требуют высокой квалификации обслуживающего персонала.
- Отмечаются отказы при определении сложных видов повреждений, таких как ОЗЗ с обрывом провода или падение дерева на провод.
- Существует проблема выбора индивидуальной для каждой сети оптимальной частоты высших гармоник, которая может меняться в процессе поиска.

Разработка нового способа поиска места ОЗЗ. Для повышения безопасности и сокращения времени поиска было предложено создать новый прибор направленного типа, результатом работы которого является интегральный показатель - направление движения к месту ОЗЗ, указываемое стрелкой на дисплее.

Теоретическое обоснование. В ходе математического и имитационного моделирования распределительной сети 6–35 кВ, работающей в режиме ОЗЗ, было установлено, что:

1. Направление движения к месту повреждения не зависит от величины переходного сопротивления в зоне растекания в месте контакта провода ВЛ и земли.
2. Направление протекания тока замыкания определяется по знаку угла сдвига фаз (φ) между гармоническими составляющими сигналов напряжения и тока.
3. На участке от источника питания до места ОЗЗ угол ϕ имеет положительное значение, а после места ОЗЗ – отрицательное.

Предлагаемый способ основан на амплитудно-фазовом анализе спектра гармонических составляющих электромагнитного поля вблизи ВЛ.

1. Фиксируются напряженности электрического и магнитного полей с помощью специальных датчиков: магнитной антенны и электрической антенны.
2. Сигналы обрабатываются с помощью преобразования Фурье, преобразующего их в ряд комплексных значений гармонических составляющих.
3. Происходит автоматический выбор оптимальной частоты (i-й гармонической составляющей) с максимальными амплитудами сигналов напряжения и тока.
4. Направление поиска определяется по знаку угла сдвига фаз (φ) между гармоническими составляющими сигналов напряжения и тока. Положительный знак соответствует направлению поиска «направо», отрицательный - «налево».

Результаты испытаний и практическое значение. Первичная проверка работоспособности прибора проводилась на физической модели ВЛ 6–35 кВ в лабораторных условиях, что подтвердило корректность анализа электромагнитного поля и правильность определения преобладающей гармоники и направления поиска.

Полевые испытания проводились в Богородских районных электрических сетях филиала «Кировэнерго» ПАО «Россети Центр и Приволжье» на ВЛ 10 кВ. Измерения производились на безопасном расстоянии от оси ВЛ (не менее 8 метров). В ходе испытаний, прибор правильно определил поврежденную линию (фидер №1) и верно указывал направление движения к месту ОЗЗ в большинстве контрольных точек, даже при наличии сложных внешних факторов (влияние параллельной ВЛ 35 кВ).

Предлагаемый способ позволяет проводить поиск и определять место ОЗЗ из любой точки разветвленной воздушной сети 6–35 кВ. Изменение направления стрелки при движении вдоль линии свидетельствует о прохождении места замыкания на землю.

Практическое значение и повышение безопасности. Внедрение нового прибора для поиска места ОЗЗ позволило сократить время поиска места ОЗЗ в разветвленной сети в два раза. Сокращение времени поиска уменьшает длительность существования электроопасной ситуации. Таким образом, повышение надежности и точности определения места повреждения способствует улучшению условий труда персонала оперативно-выездных бригад и минимизирует опасность поражения электрическим током для людей и животных.

Заключение. В результате проведенных исследований решена актуальная задача по повышению электробезопасности при эксплуатации распределительных сетей 6–35 кВ в режиме ОЗЗ. Разработанный способ поиска, основанный на цифровом амплитудно-фазовом анализе спектра высших гармоник, позволяет надежно определить направление к месту замыкания, независимо от величины переходного сопротивления в точке повреждения. Это устраняет основные недостатки, присущие традиционным токовым методам, работающим как на основной частоте, так и на фиксированных высших гармониках. Внедрение нового прибора, реализующего этот способ, обеспечивает сокращение вероятности электропоражения в 2,5 раза, что прямо ведет к уменьшению продолжительности существования опасной зоны растекания тока и, соответственно, к повышению безопасности обслуживания разветвленных электрических сетей 6–35 кВ.

Литература

1. Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации и о внесении изменений в приказы Минэнерго России от 13 сентября 2018 г. N 757, от 12 июля 2018 г. N 548 : Приказ Минэнерго России от 04.10.2022 N 1070 (ред. от 09.12.2024).

2. Лихачев, Ф. А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов / Ф. А. Лихачев. – Москва : Энергия, 1971. – 152 с.

3. Дюкин, И. Р. Обоснование понятия «разветвлённые распределительные электрические сети» для повышения уровня безопасности труда при эксплуатации воздушных линий / И. Р. Дюкин, А. И. Сидоров, А. В. Богданов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2025 – Т. 14, № 3 (71). – С. 267-274. – EDN: FZETQS.

4. Кривошеин, И. Л. Повышение точности определения направления поиска однофазного замыкания на землю / И. Л. Кривошеин, Е. А. Суслов // Пром-Инжиниринг: Труды IV международной научно-технической конференции, Москва-Челябинск-Новочеркасск, 15–18 мая 2018 года. – Москва-Челябинск-Новочеркасск : Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), 2018. – С. 300-303.

5. Козлов, А. Л. Поиск места однофазного замыкания в сети воздушных линий электропередачи напряжением 6 - 35 кВ / А. Л. Козлов // Электробезопасность. – 2015. – № 2. – С. 21-25.

6. Красных, А. А. Исследование однофазных повреждений в разветвленной распределительной сети напряжением 6-35 КВ, выполненной воздушными линиями / А. А. Красных, И. Л. Кривошеин, А. Л. Козлов // Пром-Инжиниринг : Труды III международной научно-технической конференции, С.Петербург-Челябинск-Новочеркасск-Владивосток, 16–19 мая 2017 года. – Санкт-Петербург-Челябинск-Новочеркасск-Владивосток : Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – С. 245-249.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023614402 Российская Федерация. Расчет электрических цепей "TKZ-web» : № 2023613559 : заявл. 01.03.2023 : опубл. 01.03.2023 / М. А. Глазырин ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный университет".

8. Суслов, Е. А. Сигнализатор шагового напряжения / Е. А. Суслов // Пром-Инжиниринг: Труды III международной научно-технической конференции, С.Петербург-Челябинск-Новочеркасск-Владивосток, 16–19 мая 2017 года. – Санкт-Петербург-Челябинск-Новочеркасск-Владивосток : Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – С. 250-254.

9. Ершов, А. М. Режимы нейтрали электрических сетей : монография / А. М. Ершов, А. И. Сидоров. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2024. – 281 с.
10. Ершов, А. М. Этапы восстановления работы воздушной линии 10_кВ при обрыве фазного провода / А. М. Ершов, А. В. Хлопова, А. И. Сидоров // Электрические станции. – 2022. – № 4 (1089). – С. 28-33. – EDN PHVGKG.
11. Патент № 2852671 C1 Российская Федерация, МПК G01R 31/08. Способ определения места однофазного замыкания на землю в разветвленной воздушной ЛЭП с изолированной нейтралью : заявл. 28.12.2024 : опубл. 12.12.2025 / А. В. Братухин, А. А. Красных, И. Л. Кривошеин [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный университет". – EDN YXJOIJ.

УДК 349.2:631.17

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СТИМУЛЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ В АПК: АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМА И ПОТЕРЬ (НА ПРИМЕРЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Зыкина Т. Л. – аспирант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ электротравматизма в Кировской области на основе официальных данных государственной статистики и материалов расследований Ростехнадзора. Рассчитана стоимость несчастных случаев от поражения электрическим током для работодателя с учетом прямых и косвенных издержек. Проанализированы реальные происшествия, связанные с нарушением правил электробезопасности на объектах АПК и энергетики. Предложены направления экономического стимулирования повышения электробезопасности.

Ключевые слова: электробезопасность, электротравматизм, АПК, Кировская область, поражение электрическим током, охрана труда

Электротравматизм остается одной из серьезных проблем в сфере охраны труда. Поражение электрическим током отличается от других видов производственного травматизма высоким процентом смертельных исходов - до 30-40% случаев заканчиваются гибелью пострадавшего [2]. При этом в сельском хозяйстве, где электрооборудование эксплуатируется в условиях повышенной влажности, запыленности и агрессивной среды, риски возрастают многократно.

По данным Кировстата, в 2022 году в организациях Кировской области зафиксировано 239 пострадавших на производстве, из них 9 - со смертельным исходом [8; 10]. В 2023 году количество пострадавших составило 226 человек, а число смертельных случаев выросло до 11 [1].

Особую значимость проблеме электротравматизма придает тот факт, что сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство занимают второе место по числу пострадавших на производстве в регионе - 22% от общего количества [8; 10].

Цель работы - на основе открытых данных Кировской области проанализировать состояние электротравматизма, оценить экономические потери и предложить механизмы стимулирования повышения электробезопасности.

Методика

Использованы:

- Официальные данные Кировстата о производственном травматизме в Кировской области за 2022-2023 гг. [1; 8; 10];

- Данные Западно-Уральского управления Ростехнадзора о случаях электротравматизма на объектах энергетики [3; 4];
- Материалы расследований Государственной инспекции труда в Кировской области [2];
- Публикации в региональных СМИ о происшествиях, связанных с поражением электрическим током [5; 7; 9].

Результаты

1. Общая характеристика производственного травматизма в Кировской области.

По данным Кировстата, динамика производственного травматизма в регионе представлена в табл. 1 [1; 8; 10].

Таблица 1 – Производственный травматизм в Кировской области в 2022-2023 гг.

Показатель	2022 год	2023 год
Всего пострадавших на производстве	239 человек	226 человек
Из них со смертельным исходом	9 человек	11 человек
Доля пострадавших по вине работодателя/работника	68%	70%
Пострадавших в состоянии опьянения	8 человек	данные не опубликованы
Человеко-дней нетрудоспособности	9 394 дня	данные не опубликованы
Средняя длительность одного случая	39,3 дня	данные не опубликованы

Отраслевое распределение пострадавших (2022-2023 гг.) [1; 8; 10]:
- Обрабатывающие производства - 42-43% пострадавших;
- Сельское, лесное хозяйство, охота - 22%;
- Транспортировка и хранение - 12%;
- Здравоохранение и социальные услуги - 11%.

Причины несчастных случаев в регионе (2022 г.) [8; 10] представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Причины несчастных случаев в Кировской области (2022 г.)

Причина	Доля, %
Нарушение трудовой и производственной дисциплины	23,8
Неудовлетворительная организация производства работ	10,0
Нарушение технологического процесса	8,8
Конструктивные недостатки оборудования	6,7
Неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений	5,0

2. Электротравматизм в Кировской области: статистика и анализ.

По данным Западно-Уральского управления Ростехнадзора, на объектах энергетики Кировской области ситуация с электротравматизмом имеет следующие особенности [3; 4].

Таблица 3 – Случаи электротравматизма на объектах энергетики Кировской области

Период	Случаи с персоналом	Случаи с посторонними лицами	Смертельные исходы
2012 год	0	2	2
2022 год	1	данные не опубликованы	1
2023 год	1	данные не опубликованы	1

Как следует из табл. 3, в 2012 году на объектах филиала «Кировэнерго» произошли 2 смертельных несчастных случая с посторонними лицами. Оба случая связаны с выполнением несанкционированных работ под проводами в охранной зоне воздушных линий электропередачи напряжением 10 кВ [3].

Основными причинами электротравматизма на объектах энергетики являются [3; 4]:
- выполнение работ в охранных зонах ЛЭП без согласования;
- несанкционированный доступ к электроустановкам;

- недостаточная информированность населения об опасности поражения электрическим током;

- нарушение правил эксплуатации электрооборудования.

3. Реальные случаи электротравматизма в Кировской области.

3.1. Смертельное поражение электрическим током электромонтера (г. Киров, 2022 г.).

В Кировской области возбудили уголовное дело после страшных увечий электромонтера на предприятии. По данным следствия, электромонтер получил тяжелые травмы при выполнении работ на электроустановке, находившейся под напряжением. Расследование показало, что работодатель не обеспечил безопасные условия труда - отсутствовал наряд-допуск, не проведен целевой инструктаж, работник не был обеспечен необходимыми средствами защиты [5].

3.2. Смертельный случай в энергосетевой организации (2023 г.).

В 2023 году в одной из сетевых организаций Кировской области произошел смертельный несчастный случай с электромонтером. При выполнении переключений в распределительном устройстве 10 кВ работник попал под напряжение. Расследование Гострудинспекции выявило грубые нарушения: отсутствие блокировок, неправильная маркировка оборудования, допуск к работе без проверки знаний [7].

3.3. Случаи с посторонними лицами на объектах энергетики.

Западно-Уральское управление Ростехнадзора отмечает, что основная проблема - поражение электрическим током посторонних лиц, проникающих на энергообъекты. В 2012 году зафиксированы 2 таких случая со смертельным исходом. Оба связаны с кражей металла с опор ЛЭП и незаконным проникновением на подстанции [3; 4].

Таблица 4 – Характеристика случаев электротравматизма в Кировской области

Категория пострадавших	Основные причины	Доля в структуре
Электротехнический персонал	Нарушение правил эксплуатации, отсутствие наряда-допуска, недостаток обучения	~50%
Неэлектротехнический персонал	Работа с электроинструментом без обучения, отсутствие СИЗ	~20%
Посторонние лица	Проникновение на энергообъекты, кража металла, несанкционированные работы в охранной зоне	~30%

4. Оценка экономического ущерба от электротравматизма.

На основе официальных данных (средняя длительность случая при электротравме может достигать нескольких месяцев, а в тяжелых случаях - приводить к инвалидности) и судебной практики можно оценить минимальный ущерб для работодателя (табл. 5) [1; 2; 8; 10].

Таблица 5 – Оценка минимального ущерба от электротравм

Вид происшествия	Составляющие ущерба	Ориентировочная сумма, руб.
Легкая электротравма (ожог, потеря сознания)	Пособие по нетрудоспособности, штраф по ст. 5.27.1 КоАП РФ (до 130 тыс. руб. на юрлицо)	от 100 000 до 200 000
Тяжелая электротравма (ампутация, ожоги, инвалидность)	Страховые выплаты, штраф до 400 тыс. руб., расходы на расследование, компенсация морального вреда	от 1 000 000 до 3 000 000
Смертельный исход	Страховая выплата семье (до 2 млн руб.), штраф юрлицу (до 1 млн руб.), компенсация морального вреда (от 500 тыс. руб.), расходы на расследование	от 3 000 000 до 5 000 000

Примечание: точные суммы зависят от конкретных обстоятельств и устанавливаются в индивидуальном порядке [2].

5. Анализ электробезопасности в АПК Кировской области.

Сельское хозяйство Кировской области характеризуется следующими особенностями, повышающими риски электротравматизма:

- высокая влажность в животноводческих помещениях (до 80-95%);
- наличие агрессивных сред (аммиак, сероводород);
- эксплуатация электрооборудования на открытом воздухе;
- большое количество передвижных электроустановок (кормораздатчики, доильные установки);
- территориальная распределенность объектов.

Несмотря на отсутствие в открытом доступе детальной статистики по электротравмам именно в АПК региона, можно предположить, что сельское хозяйство вносит существенный вклад в общее число пострадавших (22% от всех отраслей) [1; 8; 10].

Примером электротехнической причины происшествия может служить пожар в хозяйстве «Савков хутор» (Котельничский район, январь 2026 г.), где предположительная причина - короткое замыкание электропроводки [6; 9].

6. Парадокс «экономии» на электробезопасности.

Анализ реальных происшествий показывает, что основные причины электротравматизма - экономия на:

- обучении персонала (работники не знают правил безопасности) [2; 3];
- средствах индивидуальной защиты (диэлектрические перчатки, галоши, инструмент) [2; 3];
- защитных устройствах (блокировки, ограждения, УЗО) [3; 7];
- испытаниях электрооборудования (своевременная замена изоляции) [3].

При этом затраты на эти мероприятия ориентировочно составляют 4 000-5 000 руб./чел. в год, что значительно меньше потенциального ущерба от одного случая электротравматизма, который может достигать миллионов рублей (табл. 5) [2; 8].

7. Предлагаемые направления экономического стимулирования.

На основе анализа открытых данных предлагаются следующие направления [8]:

Таблица 6 – Предлагаемые направления стимулирования электробезопасности

Направление	Механизм	Ожидаемый эффект
Расширение критериев субсидирования	Включить в условия получения субсидий по Постановлению № 163-п отсутствие нарушений электробезопасности	Стимулирование соблюдения требований
Целевые субсидии на цифровизацию	Субсидии на внедрение систем мониторинга изоляции и IoT-датчиков	Снижение аварийности, предотвращение пожаров
Обучение персонала	Обязательное ежегодное обучение электротехнического персонала с проверкой знаний	Снижение человеческого фактора
Информационная работа с населением	Разъяснение опасности поражения электрическим током, особенно в охранных зонах ЛЭП	Снижение травматизма посторонних лиц

Выводы

1. Производственный травматизм в Кировской области остается значимой проблемой: 226 пострадавших в 2023 году, из них 11 - со смертельным исходом. В 70% случаев виноваты организационные причины [1; 8; 10].
2. Электротравматизм на объектах энергетики региона характеризуется высоким процентом смертельных исходов, причем значительную долю составляют посторонние лица, проникающие на энергообъекты [3; 4].
3. Основные причины электротравматизма - нарушение правил безопасности, отсутствие обучения, неприменение СИЗ, экономия на защитных устройствах [2; 3; 5; 7].
4. Затраты на профилактику электротравматизма значительно ниже потенциального ущерба от одного несчастного случая (табл. 5) [2; 8].

5. Предложенные направления (включение электробезопасности в критерии субсидирования, целевые субсидии на цифровизацию, усиление обучения) позволят снизить уровень электротравматизма в регионе [8].

Практическая значимость: Материалы статьи могут быть использованы для обоснования необходимости усиления требований к электробезопасности при предоставлении государственной поддержки сельхозтоваропроизводителям Кировской области [8].

Литература

1. В Кировской области зарегистрировано 11 смертей на рабочем месте за год [Электронный ресурс] // Про Город Кирово-Чепецк. – URL: https://prochepetsk.ru/news/36798 (дата обращения: 06.04.2026).
2. Гострудинспекцией окончено расследование сокрытого несчастного случая в городе Кирове // Государственная инспекция труда в Кировской области. – URL: https://git43.rostrud.gov.ru/news/1565778.html (дата обращения: 06.04.2026).
3. Кузнецов, А. Э. Аварийность и травматизм - зоны особого риска / А. Э. Кузнецов // Промышленность и безопасность. – 2014. – № 1-2 (65/66). – URL: https://mgk.we.iprosoft.ru/docs/499087682/0/0 (дата обращения: 06.04.2026).
4. Кузнецов, И. Н. Профилактика электротравматизма на объектах энергетики Кировской области - одно из приоритетных направлений работы Западно-Уральского управления Ростехнадзора / И. Н. Кузнецов, В. С. Вологдин // Промышленность и безопасность. – 2013. – № 4 (55). – URL: https://mgk.we.iprosoft.ru/docs/499020739/0/0 (дата обращения: 06.04.2026).
5. В Кировской области возбудили уголовное дело после страшных увечий электромонтера // Newsler.ru. – URL: https://www.newsler.ru (дата обращения: 06.04.2026).
6. Под Котельничем горела хозпостройка: погибли более 20 коз и кур // Комсомольская правда. – URL: https://www.kirov.kp.ru/online/news/6756490/ (дата обращения: 06.04.2026).
7. Смертельный случай с электромонтером в Кировской области // Город Киров.ру. – URL: https://gorodkirov.ru (дата обращения: 06.04.2026).
8. Об утверждении Порядка предоставления субсидий из областного бюджета на развитие растениеводства (ред. от 19.09.2025) : Постановление Правительства Кировской области от 31.03.2025 № 163-п // ГАРАНТ. – URL: https://base.garant.ru/403657656/ (дата обращения: 06.04.2026).
9. В Котельничском районе произошел пожар в фермерском хозяйстве // ГТРК Вятка. – URL: https://www.gtrk-vyatka.ru (дата обращения: 06.04.2026).
10. 239 кировчан травмировались на производстве // Newsler.ru. – URL: https://www.newsler.ru/incidents/2023/07/13/239-kirovchan-travmirovalis-na-proizvodstve (дата обращения: 06.04.2026).

УДК 65.060

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО СЕПАРАТОРА ОЧИСТКИ ЗЕРНА С РАЗОМКНУТОЙ ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМОЙ

Кропачев М. Л. – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Саитов В. Е., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье исследуются способы повысить эффективность пневматических сепараторов для очистки зерна в разомкнутых воздушных системах. Выявлены ключевые

недостатки традиционных конструкций: нестабильность воздушного потока, высокое энергопотребление и недостаточная эффективность разделения мелких фракций.

Ключевые слова: пневматический сепаратор, очистка зерна, воздушный поток, аэродинамический канал, эффективность сепарации, автоматизированная система управления

Качество зерна является определяющим фактором при производстве продуктов питания и кормов для животных [2]. Современные технологии послеуборочной обработки зерна предусматривают использование специализированного оборудования, обеспечивающего эффективное удаление примесей. Пневматические сепараторы с разомкнутой воздушной системой широко используются для очистки зерна от легких примесей (полова, солома, пыль, семена сорняков), играя важную роль в обеспечении соответствия зерна требованиям стандартов качества [6].

Эффективность работы пневматических сепараторов напрямую влияет на потери зерна, энергозатраты и производительность технологической линии. В связи с этим, разработка и внедрение методов повышения эффективности сепараторов является актуальной научно-практической задачей.

Пневматические сепараторы с разомкнутой воздушной системой характеризуются простотой конструкции и надежностью в эксплуатации [2]. Однако, их эффективность ограничена неравномерностью воздушного потока в аэродинамическом канале и сложностью точной регулировки параметров сепарации в зависимости от свойств зерновой смеси [5].

Современные технические решения нацелены на совершенствование ключевых параметров работы сепаратора:

- Формирование равномерного воздушного потока: Использование конфузоров, диффузоров, направляющих лопаток.
- Регулирование скорости воздушного потока: Применение частотно-регулируемых приводов вентиляторов.
- Оптимизация геометрии аэродинамического канала: Использование различных форм и размеров канала для улучшения сепарации.

Пневматический сепаратор с разомкнутой воздушной системой разделяет зерно и примеси, опираясь на различия их аэродинамических свойств [6].

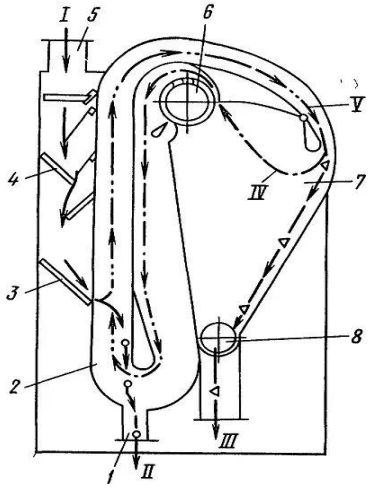


Рисунок 1 – Схема пневматического сепаратора с разомкнутой воздушной системой ПС-0,5:
1,8 – приспособления для вывода очищенного зерна и легких примесей; 2-пневмосепарирующий канал; 3,4 - регуляторы расхода сыпучего материала; 5 - приемно-загрузочный бункер;6 - вентилятор; 7- противоточный отделитель

Основные элементы такого сепаратора включают:

- Загрузочное устройство: Обеспечивает равномерную подачу зерно-воздушной смеси в зону сепарации.
- Воздуховод: Создает направленный воздушный поток.
- Сепарационная камера: Пространство, где происходит разделение зерна и примесей под воздействием воздушного потока.
- Осадительная камера: Служит для осаждения легких примесей, вынесенных воздушным потоком.
- Выгрузные устройства: Обеспечивают раздельный вывод зерна и примесей.

В разомкнутой системе воздух забирается из окружающей среды, проходит через сепаратор и выбрасывается обратно [4]. Это отличает ее от замкнутой системы, где воздух циркулирует по замкнутому контуру.

Эффективность работы пневматического сепаратора зависит от множества факторов, которые можно разделить на несколько групп:

- Аэродинамические свойства зерна и примесей: Форма, размер, плотность и коэффициент аэродинамического сопротивления зерна и примесей определяют их поведение в воздушном потоке. Чем больше разница в этих свойствах, тем эффективнее сепарация.
- Параметры воздушного потока: Скорость и равномерность воздушного потока являются критически важными. Неравномерное распределение воздушного потока может привести к смешиванию фракций и снижению эффективности. Слишком высокая скорость может уносить часть зерна вместе с примесями, а слишком низкая – не обеспечит достаточное разделение.
- Конструктивные параметры сепаратора: Геометрия сепарационной камеры, расположение воздуховодов, тип загрузочного и выгрузного устройств оказывают значительное влияние на эффективность сепарации.
- Характеристики поступающего зернового вороха: Содержание влаги, процентное соотношение зерна и примесей, однородность фракционного состава – все это влияет на процесс сепарации.
- Режим работы сепаратора: Расход зерна, скорость воздушного потока, регулируемые заслонки – все эти параметры должны быть оптимально настроены для конкретных условий.

Пути повышения эффективности пневматического сепаратора

Для повышения эффективности работы пневматического сепаратора с разомкнутой воздушной системой необходимо предпринять комплекс мер, направленных на оптимизацию всех влияющих факторов [1]:

Оптимизация воздушного потока:

- Использование направляющих элементов: Установка дефлекторов и лопаток в воздуховодах позволяет сформировать более равномерный и направленный воздушный поток.
- Разработка оптимальной формы сепарационной камеры: Моделирование воздушного потока в сепарационной камере позволяет определить оптимальную форму, обеспечивающую равномерное распределение воздушного потока и минимальные зоны турбулентности.
- Регулировка скорости воздушного потока: Необходима разработка системы автоматической регулировки скорости воздушного потока в зависимости от характеристик поступающего зернового вороха.

Модернизация загрузочного устройства:

- Обеспечение равномерной загрузки: Использование вибрационных или шнековых питателей позволяет обеспечить равномерную подачу зерна в сепарационную камеру.
- Предварительное разделение: Установка предварительного решетного сепаратора позволяет удалить крупные примеси и снизить нагрузку на пневматический сепаратор, что повышает эффективность очистки.

Конструктивные изменения сепарационной камеры:

- Использование многокамерной конструкции: Разделение сепарационной камеры на несколько секций позволяет последовательно удалять примеси различной плотности и аэродинамических свойств.
- Применение виброулавливателей: Установка вибрирующих улавливающих поверхностей помогает отделить прилипшие примеси от зерна.
- Автоматизация процесса управления:
- Внедрение системы автоматического контроля: Разработка системы, которая на основе анализа данных о характеристиках поступающего зернового вороха автоматически регулирует параметры воздушного потока и другие параметры работы сепаратора.
- Использование датчиков: Использование датчиков влажности, запыленности и других параметров позволяет оперативно реагировать на изменения в поступающем сырье и корректировать режим работы сепаратора.

Повышение герметичности конструкции:

- Минимизация подсосов воздуха: Тщательная герметизация корпуса сепаратора и соединений позволяет избежать неконтролируемых подсосов воздуха, которые нарушают стабильность воздушного потока и снижают эффективность сепарации.
- Повышение эффективности работы пневматического сепаратора с разомкнутой воздушной системой важная задача, которая напрямую влияет на качество очищенного зерна и минимизацию технологических потерь. От корректной работы такого оборудования зависит не только соответствие зерновой массы отраслевым стандартам, но и экономическая эффективность всего агропромышленного комплекса: снижение доли ценных зёрен в отходах, сокращение энергозатрат и увеличение общей производительности линии послеуборочной обработки.

Для достижения этой цели необходим комплексный подход к оптимизации всех факторов, влияющих на процесс сепарации. Речь идёт не только о настройке скорости воздушного потока, но и о грамотном проектировании воздушных каналов, геометрии рабочей камеры, расположении распределителей воздуха, а также о подборе оптимальных режимов работы в зависимости от типа и состояния обрабатываемого зерна, его влажности, засоренности, фракционного состава и аэродинамических характеристик.

Внедрение современных технологий и автоматизация управления позволят значительно улучшить характеристики таких сепараторов и повысить их эффективность. Например, использование датчиков контроля параметров воздушного потока и состава зерновой массы в режиме реального времени даёт возможность оперативно корректировать работу оборудования. Системы адаптивного управления могут автоматически менять скорость и давление воздуха, подстраиваясь под текущие условия, что особенно важно при обработке разнородного сырья или изменении внешних факторов (температуры, влажности окружающей среды).

Дальнейшие исследования в области аэродинамики и динамики зернового вороха, а также применение современных методов моделирования и оптимизации (в т.ч. компьютерного моделирования потоков, CFD-расчётов и машинного обучения) будут способствовать созданию более эффективных и надёжных пневматических сепараторов. Такие разработки помогут точнее прогнозировать поведение частиц в воздушном потоке, выявлять зоны турбулентности и потери эффективности, а также оптимизировать конструкцию оборудования ещё на этапе проектирования. В перспективе это позволит не только повысить качество очистки зерна, но и снизить эксплуатационные затраты, продлить срок службы оборудования и сделать процесс сепарации более экологичным за счёт рационального использования энергоресурсов.

Литература

1. Алферов, С. А. Современные зерноочистительные машины / С. А. Алферов, В. Н. Мошкин, Д. И. Касьянов. – Москва : ДеЛи плюс, 2015. – 272 с.

2. Волков, А. В. Совершенствование процесса пневматической сепарации зерна / А. В. Волков, А. В. Сидоров // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 9. – С. 45-48.
3. Девяткин, А. И. Модернизация зерноочистительного оборудования АПК / А. И. Девяткин, В. М. Баутин, Е. Я. Кравченко // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 2. – С. 93-97.
4. Загорулько, А. В. Анализ работы пневмосепарирующего канала зерноочистительной машины / А. В. Загорулько, В. А. Бутковский // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – № 2 (18). – С. 216-220.
5. Козлов, М. Е. Математическое моделирование работы зерноочистительных машин / М. Е. Козлов, А. В. Колотилин, В. М. Сунцов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (162). – С. 141-147.
6. Лышко, Г. П. Теория технологических процессов переработки и хранения зерна / Г. П. Лышко, Ю. А. Иванов, М. И. Широков. – Москва : КолосС, 2007. – 440 с.
7. Сорокин, Н. С. Сепарация зерновых материалов в пневматических сепараторах / Н. С. Сорокин, И. А. Медведева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 12 (158). – С. 137-141.

УДК 621.436

АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ СОСТАВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ СПИРТО-ТОПЛИВНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

Куликов А. В. – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Лопатин О. П., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье определены оптимальные составы, обеспечивающие устойчивую работу двигателя. Рассмотрена возможность применения смесевого биотоплива из метанола и метилового эфира рапсового масла для тракторных дизелей. Исследованы стабильность эмульсий, мощностные, экономические и экологические показатели на различных нагрузочных режимах в сравнении с использованием стандартного дизельного топлива.

Ключевые слова: тракторный дизель, биотопливо, спирто-топливная эмульсия, метиловый эфир рапсового масла

Современный уровень развития сельскохозяйственного производства неразрывно связан с широким применением тракторной техники, оснащённой дизельными двигателями. Основным энергоносителем для таких машин традиционно служат продукты переработки нефти, запасы которой ограничены и постепенно истощаются. Параллельно с этим ужесточаются требования к экологической безопасности силовых установок: нормы выбросов оксидов азота, сажи и других токсичных компонентов становятся всё более жёсткими. В этих условиях поиск и внедрение альтернативных источников энергии, способных заменить или частично вытеснить нефтяное топливо, приобретают особую актуальность [1-3].

Одним из перспективных направлений является использование биотоплив, получаемых из возобновляемого растительного сырья. Среди них выделяются спирты (метанол и этанол) и метиловые эфиры растительных масел, которые могут применяться в дизелях как в чистом виде, так и в составе смесевых композиций. Однако такие топлива обладают физико-химическими свойствами, отличными от свойств обычного дизельного топлива, что требует тщательного подбора их состава и режимов работы двигателя. Неправильно выбранная рецептура может привести к нестабильности горения, повышенному износу топливной аппаратуры или ухудшению экологических показателей [4-6].

Целью данной работы является анализ разработки оптимального состава спирто-топливной эмульсии (СТЭ), а также рассмотрение использования данной СТЭ в тракторном дизеле и ее воздействие на экологические, мощностные и экономические показатели [7, 8].

Для повышения стабильности спиртовых эмульсий в них добавляют воду. Добавление 7% по массе воды к метанолу или этанолу позволяет получить эмульсию, устойчивую в течение нескольких суток. Стабильность такой эмульсии можно улучшить при одновременном введении эквивалентных количеств (по отношению к спирту) низкомолекулярных ароматических углеводородов, выкипающих ниже температуры начала кипения дизельного топлива, или использовать в качестве стабилизатора высшие спирты (в частности, бутанол), или эффективные поверхностно-активные вещества. Введение низкомолекулярных ароматических соединений позволяет увеличить физическую стабильность смеси до 3-5 суток. Оптимальными стабилизаторами эмульсий являются присадки: сукцинимид в сочетании с водорастворимым смачивателем, а также композитный топливорастворимый стабилизатор, состоящий из специальной присадки к моторным маслам и присадки охлаждающей жидкости [9-11].

В первой рассмотренной работе проведены исследования спирто-топливных эмульсий (СТЭ) с различным содержанием дизельного топлива, спирта и присадки. Концентрация спирта (метанола или этанола) изменялась от 10 до 50% по массе с шагом 10%. Концентрация присадки сукцинимид С-5А изменялась от 0,5 до 2% с шагом 0,5%. Также было проведено микроскопирование приготовленных проб эмульсий и проб, у которых уже начинался процесс флокуляции. Анализ микрофотографий показал, что сразу после приготовления частицы имеют достаточно однородный по размеру состав, но с течением времени частицы объединяются в более крупные «агрегаты», определяющие процесс флокуляции [12, 13].

Установлено, что с увеличением концентрации спирта в эмульсии время её стабильности возрастает. При концентрации спирта 50% достигается максимальная стабильность, однако при такой концентрации спирта в эмульсии наблюдаются пропуски воспламенения и повышенная жесткость процесса сгорания при работе тракторного дизеля. Это связано с тем, что предельная концентрация спирта в эмульсии повышается, в результате чего возрастает роль «обратной» реакции по отношению к «прямой», что приводит к пропускам воспламенения. Также введение присадки сукцинимид С-5А в количестве 0,5% обеспечивает достаточную стабильность для практического использования [14, 15].

По результатам проведенных исследований физико-химических свойств эмульсий, стабильности и первичных испытаний в качестве оптимальных для тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 были приняты эмульсии, характеризующиеся следующим составом: спирт (метанол или этанол) – 25%, моюще-диспергирующая присадка сукцинимид С-5А – 0,5%, вода – 7%, дизельное топливо – 67,5%. Данный состав обеспечивает достаточную стабильность эмульсии (несколько суток) и устойчивую работу дизеля без пропусков воспламенения [3].

В двух следующих исследованиях в качестве альтернативного биотоплива использовалась смесь метанола и метилового эфира рапсового масла (МЭРМ).

Применение двойной системы топливоподачи позволило обеспечить устойчивую работу дизеля 2Ч 10,5/12,0 на этом биотопливе. В процессе стендовых испытаний были определены оптимальные значения углов начала подачи каждого из двух видов топлива, получены регулировочные характеристики дизеля. Оптимальные установочные углы опережения впрыскивания топлива (УОВТ) составили 34° поворота коленчатого вала для метанола и 34° для МЭРМ [1]. Был установлен размер минимальной запальной порции МЭРМ, обеспечивающей устойчивую работу дизеля как при малых нагрузках и холостом ходу, так и при использовании всего объёма возможных нагрузок. При номинальной частоте вращения (n = 1800 мин-1) минимальная запальная порция составляет 1,05 кг/ч, что соответствует 12-13 мг/цикл. При частоте вращения, соответствующей максимальному крутящему моменту (n = 1400 мин-1), минимальная запальная порция составляет 0,73 кг/ч (7-8 мг/цикл).

Экспериментально установлено, что наибольшие значения эффективного КПД двигателя получены при оптимальном соотношении МЭРМ (12%) и метанола (88%), входящих

в состав биотоплива [2]. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов дизеля, работающего на метаноле и МЭРМ, показало значительное улучшение экологических характеристик. На номинальном режиме (n = 1800 мин-1, pe = 0,59 МПа) при работе на биотопливе содержание оксидов азота NOx снизилось с 760 ppm (на дизельном топливе) до 400 ppm, что составляет снижение на 47,4%. Содержание сажи уменьшилось с 5,0 ед. Bosch до 0,48 ед. Bosch – снижение на 90,4%. Содержание оксида углерода CO снизилось с 0,29% до 0,16% – на 44,8%.

Анализ графиков токсичности при номинальном скоростном режиме показал, что практически на всём диапазоне исследования нагрузки (кроме pe > 0,66 МПа) происходит снижение содержания NOx. Применение метанола и МЭРМ приводит к снижению оксида углерода CO при нагрузке, превышающей 0,47 МПа, и суммарных углеводородов CH при максимальных нагрузках (pe > 0,56 МПа). При этом отмечен незначительный рост диоксида углерода CO_2 на всём диапазоне исследования. Также анализ изменения дымности отработавших газов показал, что за весь период исследования нагрузки происходит снижение содержания сажи [16, 17].

Исследование влияния нагрузочных режимов на мощностные и экономические показатели тракторного дизеля, работающего на метаноле и МЭРМ, показало, что использование биотоплива не приводит к потере мощностных характеристик. Максимальное значение эффективного КПД при работе на биотопливе составляет ηe = 33%, что несколько выше, чем на дизельном топливе в том же режиме (ηe = 32%).

При работе дизеля на биотопливе происходит увеличение количества расходуемого топлива при использовании любых нагрузочных режимов. При нагрузке pe = 0,115 МПа суммарный расход топлива при работе на метаноле и МЭРМ составляет 5,1 кг/ч, тогда как на дизельном топливе – 1,6 кг/ч. При максимальной нагрузке pe = 0,692 МПа расход биотоплива достигает 11,5 кг/ч, а дизельного топлива – 6,5 кг/ч. Удельный эффективный расход биотоплива при номинальной нагрузке pe = 0,594 МПа составляет 490 г/(кВт·ч), а дизельного топлива – 260 г/(кВт·ч). Это объясняется значительно меньшей низшей теплотой сгорания метанола (19665 кДж/кг) и МЭРМ (37500 кДж/кг) по сравнению с дизельным топливом (42500 кДж/кг). Несмотря на увеличение расхода, эффективный КПД двигателя на биотопливе остаётся на уровне или даже превышает показатели на дизельном топливе, что обусловлено более полным сгоранием метанола благодаря содержанию в его молекуле большого количества кислорода [2].

Проведённые экспериментальные исследования позволяют сделать следующие выводы:

Для тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 разработаны оптимальные составы спирто-топливных эмульсий: спирт (метанол или этанол) – 25%, вода – 7%, присадка сукцинимид С-5А – 0,5%, дизельное топливо – 67,5%. Такие эмульсии обладают достаточной стабильностью (несколько суток) и обеспечивают устойчивую работу двигателя без пропусков воспламенения [3].

Оптимальное биотопливо для дизеля 2Ч 10,5/12,0 на основе метанола и метилового эфира рапсового масла имеет состав: метанол – 88%, МЭРМ – 12%. Минимальная запальная порция МЭРМ, обеспечивающая устойчивую работу дизеля на малых нагрузках и холостом ходу, составляет 1,05 кг/ч при номинальной частоте вращения и 0,73 кг/ч при частоте максимального крутящего момента [2].

Применение биотоплива метанол + МЭРМ позволяет значительно улучшить экологические показатели: снижение выбросов NOx на 47,4%, сажи – на 90,4%, оксида углерода CO – на 44,8% [1]. Мощностные характеристики двигателя при этом не ухудшаются, а эффективный КПД даже несколько возрастает (до 33%) [2].

Полученные результаты подтверждают перспективность использования спирто-топливных эмульсий и смесей метанола с метиловым эфиром рапсового масла в качестве экологически чистого биотоплива для тракторных дизелей. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию параметров рабочего процесса и адаптацию топливной аппаратуры для работы на разработанных биотопливах.

Литература

1. A comprehensive review on performance, combustion and emissions of ternary and quaternary biodiesel/diesel blends / Sh. K. R. Devasani, S. Vodnala, D. Singarapu, Ja. N. Nair // Environmental Science and Pollution Research. – 2022. – Т. 29, № 34. – С. 51083-51094.

2. Zhong, W. Numerical study of spray combustion and soot emission of gasoline–biodiesel fuel under gasoline compression ignition-relevant conditions / W. Zhong, N. M. Mahmoud, Q. Wang // Fuel. – 2022. – Т. 310. – С. 122293.

3. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 18 с. – EDN NHQHNX.

4. Influence of biodiesel on performance of machine-tractor units / V. Nadykto, V. Kyurchev, O. Orel, P. Findura // Acta Technologica Agriculturae. – 2022. – Т. 25, № 1. – С. 7-12.

5. Лопатин, О. П. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность ОГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Выпуск 12. – С. 419-423. – EDN WDXAMT.

6. Influence of nano-additives on engine behaviour using diesel-biodiesel blend / A. Devaraj, M. Nagappan, D. Yogaraj, O. Prakash, Y. A. Rao, A. Sharma // Materials Today: Proceedings. – 2022. – Т. 62. – С. 2266-2270.

7. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в ОГ дизеля с турбонаддувом путем применения КПГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Выпуск 12. – С. 415-419. – EDN WDXALZ.

8. Experimental research of the effects of organic manganese-added biodiesel produced from crambe orientalis oil on engine performance, combustion, and emissions / A. Uyaroğlu, M. Gürü, A. Uyumaz, T. Kocakulak // Environmental Progress and Sustainable Energy. – 2022. – Т. 41, № 5. – С. e13848.

9. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 201-205. – EDN XMAFKJ.

10. Krishnan, M. G. Effects of dual fuel combustion on performance, emission and energy-exergy characteristics of diesel engine fuelled with diesel-isobutanol and biodiesel-isobutanol / M. G. Krishnan, S. Rajkumar // Energy. – 2022. – Т. 252. – С. 124022.

11. Dewangan, A. Multi-objective optimization of performance and emission characteristics of diesel engine fueled with bauhinia variegata biodiesel using hybrid approach / A. Dewangan, A. Mallick // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2022. – Т. 19, № 12. – С. 12395-12410.

12. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Киров, 2004. – 200 с. – EDN NMTQAT.

13. Experimental and empirical analysis of a diesel engine fuelled with ternary blends of diesel, waste cooking sunflower oil biodiesel and diethyl ether / Naik B. Devaraj, U. Meivelu, V. Sivasankaralingam, V. Thangarasu, S. Annamalai // Fuel. – 2022. – Т. 320. – С. 123961.

14. Лопатин, О. П. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – С. 126-133. – EDN VILKZJ.

15. Emission and performance evaluation of a diesel engine using addition of ethanol to diesel/biodiesel fuel blend / E. S. C. Freitas, L. L. N. Guarieiro, K. K. S. Amparo, B. A. S. Machado, E. T. A. Guerreiro, M. V. I. da Silva, J. F. C. de Jesus, E. A. Torres // Energies. – 2022. – Т. 15, № 9. – P. 2988.

16. Лопатин, О. П. Рециркуляция отработавших газов как средство снижения токсичности газодизеля 4Ч 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, А. А. Анфилатов // XII Туполевские чтения : Международная молодёжная научная конференция, Казань, 10–11 ноября 2004 года. – Казань : Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2004. – Том 6. – С. 164-165. – EDN XIREIT.

17. Combustion characteristics of tri-fuel (diesel-ethanol-biodiesel) emulsion fuels in ci engine with micro-explosion phenomenon attributes / N. A. M. Mukhtar, F. Y. Hagos, A. R. A. Aziz, A. A. Abdulah, Z. A. A. Karim // Fuel. – 2022. – Т. 312. – С. 122933.

УДК 621.436

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ ДЛЯ ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Куликов А. В. – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Лопатин О. П., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье обобщены результаты экспериментальных исследований по применению растительных масел (рыжикового, пальмового, арахисового, рапсового) в качестве добавок к нефтяному дизельному топливу для тракторных дизелей. Рассмотрены физико-химические свойства указанных масел и их смесей с дизельным топливом. Проанализировано влияние малых добавок растительных масел на мощностные, экономические и экологические показатели двигателей.

Ключевые слова: тракторный дизель, смесевое топливо, растительное масло, экологические показатели, мощностные показатели

В условиях истощения запасов нефтяного топлива и ужесточения экологических норм всё большее внимание уделяется альтернативным энергоносителям из возобновляемого растительного сырья. Растительные масла и их смеси с нефтяным дизельным топливом (ДТ) могут использоваться в дизельных двигателях в качестве добавок, способствующих снижению токсичности отработавших газов (ОГ). Среди перспективных для различных климатических зон масличных культур выделяются рыжик, пальма, арахис и рапс. В настоящей работе проведён обзор экспериментальных исследований по применению смесей ДТ с указанными маслами [1-3].

Рыжиковое масло (РМ) получают из семян растения Camelina sativa, содержащих 33–42% масла. По жирнокислотному составу оно отличается от подсолнечного масла повышенным содержанием линоленовой кислоты (до 37,7%), что обусловливает его более

низкую окислительную стабильность [2]. Основные физико-химические свойства рыжикового масла и его смесей с ДТ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства дизельного топлива, рыжикового масла и их смесей [2]

Показатель	ДТ	Рыжиковое масло	95% ДТ + 5% РМ
Плотность при 20°С, кг/м3	830	910	834
Кинематическая вязкость при 20°С, мм2/с	3,8	77,7	4,4
Низшая теплота сгорания, кДж/кг	42500	37500	42200
Цетановое число	45	37	-
Содержание кислорода, %	0,4	10,6	0,9

При добавлении 10% рыжикового масла плотность смеси возрастает до 838 кг/м3, вязкость – до 5,8 мм2/с, а теплота сгорания снижается до 42000 кДж/кг. При этом цетановое число практически не отличается от ДТ, что позволяет использовать такие смеси без изменения регулировок двигателя [4-7].

Пальмовое масло (ПалМ) является одним из наиболее распространённых растительных масел в тропических странах. Согласно данным в рассмотренной статье, его плотность при 20°С составляет 918 кг/м3, кинематическая вязкость – 8,6 мм2/с, цетановое число – 49 (по другим данным 51), низшая теплота сгорания – 37,1 МДж/кг, массовое содержание кислорода – 11,4%. Температура застывания пальмового масла составляет +30°С, что ограничивает его применение в холодном климате без подогрева. В смеси с дизельным топливом (например, 20% ПалМ + 80% ДТ) удаётся улучшить экологические показатели, однако наблюдается рост выбросов оксидов азота [4]. Арахисовое масло характеризуется высокой вязкостью (78 мм2/с при 20°С) и низкой теплотой сгорания (37,3 МДж/кг). Для его использования в качестве присадки авторы предложили трёхкомпонентную смесь: 29% ДТ, 38% арахисового масла и 33% осветительного керосина. Плотность такой смеси составляет около 850 кг/м³, а низшая теплота сгорания – 40560 кДж/кг [1].

Рапсовое масло (РМ) имеет плотность 917 кг/м3 при 20°С, вязкость 42,1 мм2/с, теплоту сгорания 37,0 МДж/кг, цетановое число 39. Для снижения вязкости смесей ДТ с рапсовым маслом авторы предлагают использовать депрессорные присадки, позволяющие уменьшить кинематическую вязкость на 22%.

Испытания дизеля 4ЧН 11/12,5 на смеси 90% ДТ + 10% рыжикового масла показали, что при работе на режимах внешней скоростной характеристики (ВСХ) часовой расход топлива увеличивается незначительно, крутящий момент и эффективная мощность практически не изменяются [8-12]. Удельный эффективный расход топлива на режиме максимальной мощности возрастает с 248,2 до 253,6 г/(кВт·ч), а на режиме максимального крутящего момента – с 226,2 до 235,9 г/(кВт·ч). Эффективный КПД при этом снижается на 1–2%. Наиболее значительное улучшение отмечено для экологических показателей. При переходе с ДТ на смесь 90% ДТ + 10% рыжикового масла дымность ОГ на режиме максимальной мощности снизилась с 17 до 15% по шкале Хартриджа, а на режиме максимального крутящего момента – с 42 до 36%. Интегральные на режимах 13-режимного цикла удельные выбросы оксидов азота eNOx уменьшились с 5,911 до 5,341 г/(кВт·ч) (на 9,7%), выбросы монооксида углерода eCO – с 2,184 до 1,853 г/(кВт·ч) (на 15,2%), выбросы несгоревших углеводородов CH – с 0,675 до 0,585 г/(кВт·ч) (на 13,3%). Условный эффективный КПД на режимах цикла снизился с 0,346 до 0,335 (на 2,9%) [2].

При испытаниях дизеля на смесях с пальмовым маслом (20% ПалМ + 80% ДТ) также отмечено ухудшение топливной экономичности [13-17]. По данным в статье, эффективная мощность снижается на 6,92% по сравнению с работой на чистом ДТ, а удельный эффективный расход топлива возрастает на 5,42%. Выбросы CO уменьшаются на 32,65%, выбросы CH – на 30,26% благодаря высокому содержанию кислорода в пальмовом масле. Однако выбросы оксидов азота NOx увеличиваются на 6,91% из-за более высокого цетанового числа (49 против 45 у ДТ) и более раннего воспламенения. В работе также отмечается, что при использовании 5%-ной смеси пальмового масла с ДТ выбросы CO снижаются на 21%, CH – на 17%, а NOx

возрастают на 2%. Для устранения недостатков (плохое распыливание, отложения на компрессионных кольцах) предлагается применять трансэтерификацию или рециркуляцию отработавших газов [18-22]. Исследования на тракторном дизеле Д-120 с трёхкомпонентной смесью (29% ДТ, 38% арахисового масла, 33% керосина) показали, что максимальная нагрузка двигателя снижается на 5% из-за меньшей теплоты сгорания. Часовой расход топлива возрастает на 8–10% (на 0,2–0,3 кг/ч), а удельный эффективный расход на максимальной нагрузке увеличивается с 260 до 280 г/(кВт·ч) (на 6,2%). При этом содержание оксидов азота NOx в ОГ снижается на 10–25% (на 500–900 ppm), а выбросы сажи – до 25% в среднем диапазоне нагрузок [1].

Для рапсового масла в рассмотренной работе определено, что оптимальный установочный угол опережения впрыскивания топлива для смесей с содержанием РМ до 45% составляет 26° (как и для чистого ДТ). При работе на смеси с 45% РМ мощность дизеля достигает 70,2 кВт при удельном расходе 255,6 г/(кВт·ч). Содержание сажи в ОГ при добавке 45% РМ снижается с 33% (на чистом ДТ) до 22%, однако выбросы оксидов азота увеличиваются, а выбросы CO возрастают на 58,5% при угле 26°. Введение депрессорных присадок позволяет снизить вязкость смесей на 22% [3].

Обобщение результатов экспериментальных исследований позволяет сделать следующие выводы:

Добавки растительных масел (рыжикового, пальмового, арахисового, рапсового) в количестве 5–10% к дизельному топливу не требуют существенной перестройки топливной аппаратуры и позволяют сохранить мощностные показатели двигателя на приемлемом уровне.

Применение смесевых топлив с растительными маслами приводит к незначительному увеличению удельного эффективного расхода топлива (на 2–6%) и часового расхода (на 8–10% для арахисового масла), однако обеспечивает существенное снижение дымности ОГ (на 12–25%) и выбросов оксидов азота (на 3–25%) в зависимости от вида масла и режима работы.

Наибольшее снижение выбросов NOx (на 9,7% при 10% рыжикового масла) и CO (на 15,2%) достигнуто при использовании рыжикового масла. Пальмовое масло обеспечивает снижение CO на 21–32,6% и CH на 17–30,3%, но приводит к росту NOx на 2–6,9%. Смесь с арахисовым маслом обеспечивает снижение NOx на 10–25% и сажи на 25% при росте удельного расхода на 6,2%.

Для рапсового масла установлено, что оптимальный угол опережения впрыска составляет 26°, а введение депрессорных присадок позволяет снизить вязкость смесей на 22%. Однако работа на смесях с высоким содержанием рапсового масла (45%) сопровождается ростом выбросов CO и NOx.

Полученные результаты подтверждают перспективность использования растительных масел в качестве добавок к дизельному топливу для тракторных дизелей, особенно в регионах возделывания соответствующих масличных культур.

Литература

1. Использование арахисового масла в качестве присадки к дизельному топливу / А. В. Бижаев, С. Н. Девянин, С. Соо [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2018. – Т. 12, № 6. – С. 45-50.

2. Марков, В. А. Использование смесей нефтяного дизельного топлива и рыжикового масла в качестве моторного топлива / В. А. Марков, С. С. Лобода, Инь Мин // Транспорт на альтернативном топливе. – 2017. – № 5 (59). – С. 29-40.

3. Лопатин, О. П. Индикаторные диаграммы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, М. А. Олейник // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : вятская ГСХА, 2004. – Выпуск 3. – С. 104-107. – EDN XCTTTH.

4. Перспективы использования пальмового масла в качестве топлива для транспортных дизелей / Э. К. Чибанда, В. М. Славуцкий, А. В. Курапин, Е. А. Салыкин //

Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2017. – № 4 (58). – С. 143-148.

5. Oxidative stability of biodiesel: recent insights / L. Longanesi, A. P. Pereira, C. J. Chuck, N. Johnston // Biofuels, Bioproducts and Biorefining. – 2022. – Т. 16, № 1. – С. 265-289.

6. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 при работе на природном газе в зависимости от нагрузки / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 215-219. – EDN VUNJFJ.

7. Comparison of combustion and micro-explosion characteristics of droplet group of biodiesel/ethanol and biodiesel/rp-3/ethanol / K. Meng, L. Li, X. Zhang, Z. Huang, F. Wang, R. Li, Q. Lin // Physics of Fluids. – 2022. – Т. 34, № 6. – С. 061903.

8. Lopatin, O. P. Calculation of the process of nitrogen oxides formation during combustion of methanol in the engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62011. – DOI 10.1088/1757-899X/919/6/062011. – EDN ZNJJJJ.

9. Energy and exergy analysis and multi-objective optimization of a biodiesel fueled direct ignition engine / S. Raja, M. Sunil Kumar, D. Eshwar, M. S. Alphin, S. Natarajan // Results in Chemistry. – 2022. – Т. 4. – С. 100284.

10. Лопатин, О. П. Расчет констант скоростей реакций термической диссоциации при сгорании углеводородных топлив в цилиндре дизеля / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Н. Чувашев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2009. – Выпуск 7. – С. 97-104. – EDN ZEMDXH.

11. Performance and emission characteristics of biodiesel-blend in diesel engine: A review / Y. Palani, C. Devarajan, D. Manickam, S. Thanikodi // Environmental Engineering Research. – 2022. – Т. 27, № 1. – С. 200338.

12. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на номинальном режиме / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург-Киров : Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 137-144. – EDN XRQMND.

13. Biodiesel production from mixed oils: a sustainable approach towards industrial biofuel production / S. Brahma, B. Nath, B. Basumatary, S. Basumatary, B. Das, P. Saikia, K. Patir // Chemical Engineering Journal Advances. – 2022. – Т. 10. – С. 100284.

14. Lopatin, O. P. Investigation of alternative fuel oxidation kinetics in an internal combustion engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62005. – EDN UHPADY.

15. Assessment of hydrogen and nanoparticles blended biodiesel on the diesel engine performance and emission characteristics / X. Zhang, R. Yang, C. Xia, P. Anburajan, Q. V. Le, M. Alsehli, K. Brindhadevi // Fuel. – 2022. – Т. 307. – С. 121780.

16. Lopatin, O. P. Phenomenology of nitrogen oxides formation in a gas-diesel engine / O. P. Lopatin // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk,

04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42009. – EDN DGTUCH.

17. The effects of biodiesel on nox emissions for automotive transport / R. Kolodnytska, O. Kravchenko, J. Gerlici, K. Kravchenko // Komunikacie. – 2022. – Т. 24, № 1. – С. B59-B66.

18. Lopatin, O. P. Chemistry of the process of formation of nitrogen oxides in the combustion chamber of gas-diesel / O. P. Lopatin. – Doi: 10.1088/1742-6596/1515/4/052004 // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 052004. – EDN LOROGU.

19. Bioethanol and biodiesel blended fuels - feasibility analysis of biofuel feedstocks in Bangladesh / S. Mahmud, A. S. M. R. Haider, S. T. Shahriar, S. Salehin, A. S. M. M. Hasan, M. T. Johansson // Energy Reports. – 2022. – Т. 8. – С. 1741-1756.

20. Lopatin, O. P. Model for calculating the reaction rates of nitrogen oxide formation in a diesel cylinder / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62025. – EDN DEIWFY.

21. Bitire, S. O. Performance and emission analysis of a ci engine fueled with parsley biodiesel–diesel blend / S. O. Bitire, T. Jen // Materials for Renewable and Sustainable Energy. – 2022. – Т. 11, № 2. – С. 143-153.

22. Investigating the performance of acetylated diethyl ether–camelina sativa biodiesel as fuel in compression ignition engine / B. A. Oni, S. E. Sanni, P. A. Alaba, M. M. Hessien, Z. M. El-bahy // Energy, Ecology and Environment. – 2022. – Т. 7, № 3. – С. 281-295.

УДК 621.436

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА БИОДИЗЕЛЕ

Лаптев И. А. – аспирант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Лопатин О. П., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Одним из действенных способов снижения токсичности отработавших газов дизельных двигателей является использование смеси нефтяного топлива с добавками биотоплив, получаемых из возобновляемого растительного сырья. В статье представлены результаты экспериментальных испытаний дизеля модели Д-245.12 (1ЧН11/12,5), который работал на смесях обычного дизельного топлива с 10-процентными (по объёму) добавками различных растительных масел: рапсового, подсолнечного, соевого, кукурузного, льняного, горчичного, рыжикового. Установлено, что при переходе на смесевое топливо снижаются выбросы всех нормируемых вредных компонентов с отработавшими газами. На режимах максимальной мощности и максимального крутящего момента содержание оксидов азота в выхлопе уменьшилось на 0,7–8,3%, дымность - на 7,5–37,5%, концентрация монооксида углерода - на 3,0–20,0%, а лёгких несгоревших углеводородов - на 8,3–27,9%. В ходе испытаний дизеля на исследуемых смесях снижение эффективного коэффициента полезного действия двигателя не превысило 3%. Также были выполнены расчётные исследования, оценивающие влияние цетанового числа рассматриваемых смесевых топлив и содержания в них кислорода на период задержки воспламенения и эмиссию NOx с отработавшими газами.

Ключевые слова: поршень, форсунка, альтернативное топливо, оптимизация, выбросы NOx, эффективность двигателя

Работоспособность дизелей, используемых на транспорте и в сельском хозяйстве, определяется совокупностью эксплуатационно-технических параметров [1, 2]. В современных условиях ключевое место среди них занимают показатели токсичности отработавших газов

(ОГ) [3–5]. Это связано как с ухудшением экологической ситуации, так и с ужесточением нормативных требований к двигателям внутреннего сгорания, закреплённых в действующих документах по токсичности выхлопа. К нормируемым токсичным компонентам ОГ дизелей относят оксиды азота (NOx), угарный газ (CO), лёгкие несгоревшие углеводороды (CHx), сажу (углерод С) или твёрдые частицы [4–6]. Ненормируемыми токсичными составляющими ОГ являются оксиды серы, альдегиды, фенолы и их производные, кетоны и другие соединения. Токсикологическая значимость перечисленных вредных веществ неодинакова. Например, согласно данным работ [5, 6], соотношение токсикологической значимости CO, NOx, CHx, твёрдых частиц и оксидов серы SOx оценивается как 1 : 41,1 : 3,16 : 200 : 22. Следовательно, главными индикаторами токсичности ОГ служат выбросы оксидов азота и дымность отработавших газов.

Эффективным способом снижения токсичности ОГ дизельных двигателей является применение альтернативных видов топлива [3, 4]. В качестве перспективных альтернативных топлив для дизелей рассматриваются различные биотоплива. Среди биотоплив, получивших наибольшее распространение в дизелях, следует отметить растительные масла и их производные - метиловый, этиловый и бутиловый эфиры [7–9]. Несмотря на трудности, возникающие при эксплуатации дизелей на растительных маслах, продолжаются исследования их работы на этих биотопливах, а также на их смесях с другими видами горючего, главным образом с нефтяным дизельным топливом (ДТ) [10–15].

Использование растительных масел в чистом виде в качестве моторного топлива осложняется из-за несовпадения их физико-химических характеристик с характеристиками нефтяного дизельного топлива. Это приводит к ряду проблем при эксплуатации дизелей на таких маслах: ухудшение качества подачи и распыления топлива из-за повышенной вязкости и плотности, а также образование нагара на распылителях форсунок и деталях камеры сгорания (КС), закоксовывание поршневых колец при длительной работе. В связи с этим целесообразно добавлять растительные масла в нефтяное дизельное топливо (ДТ) в небольшом количестве [7, 16, 17]. Применение смесей ДТ с малой долей растительных масел позволяет преодолеть указанные трудности.

При оценке перспектив использования растительных масел следует учитывать, что в России выпускаются и другие их виды. Цель данной работы - провести сравнительный анализ показателей токсичности отработавших газов (ОГ) дизеля, работающего на нефтяном ДТ с добавками растительных масел, а также изучить факторы, влияющие на эти показатели. Эффективность применения смесевых топлив подтверждена экспериментальными данными, полученными при работе дизеля модели Д-245.12 (1ЧН11/12,5) на смесях нефтяного ДТ с 10-процентными (по объёму) добавками различных растительных масел. Результаты этих испытаний представлены в работах [7, 18–22]. В качестве добавки к нефтяному ДТ использовались следующие виды масел: рапсовое, подсолнечное, соевое, кукурузное, льняное, горчичное, рыжиковое.

Таблица 1 – Жирнокислотный состав нерафинированных масел

Растительное масло	Массовая доля, % по массе, жирных кислот растительных масел					
	насыщенных			ненасыщенных		
	Миристиновой $C_{14}H_{28}O_2$ или С 14:0	Пальмитиновой $C_{16}H_{32}O_2$ или С 16:0	Стеариновой $C_{18}H_{36}O_2$ или С 18:0	Олеиновой $C_{18}H_{34}O_2$ или С 18:1	Линолевой $C_{18}H_{32}O_2$ или С 18:2	Линоленовой $C_{18}H_{30}O_2$ или С 18:3
РапМ	0–0,2	1,5–6,0	0,5–3,1	8,0–60,0	11,0–23,0	5,0–13,0
ПМ	0–0,2	5,6–7,6	2,7–6,5	14,0–39,4	18,3–74,0	До 0,3
СМ	0–0,2	8,0–13,5	2,0–5,4	17,0–30,0	48,0–59,0	4,5–11,0
КМ	0–0,3	8,6–16,5	0–3,3	20,0–42,2	34,0–65,6	0–2,0
ЛМ	5,4–11,3	2,5–8,0	0,4–1,0	13,0–36,0	8,3–30,0	30,0–67,0
ГМ	0–1,0	0,5–4,5	0,5–2,0	8,0–23,0	10,0–24,0	6,0–18,0
РыжМ	0–0,2	5,0–7,0	2,0–2,5	12,0–20,0	12,0–20,0	14,0–22,0

РапМ-рапсовое, ПМ – подсолнечное, СМ – соевое, КМ – кукурузное, ЛМ – Льняное, ГМ – горчичное, РыжМ – рыжиковое.

Таблица 2 – Свойства исследуемых растительных масел и нефтяного ДТ

Свойство	Вид топлива							
	ДТ	РапМ	ПМ	СМ	КМ	ЛМ	ГМ	РыжМ
Плотность при температуре 20 °С, кг/м³	830	916	923	923	921	912	920	910
Вязкость кинематическая при температуре 20 °С, мм²/с	3,8	75,0	72,0	65,0	66,6	59,0	70,0	57,7
Теплота сгорания низшая, МДж/кг	42,5	37,3	37,4	37,3	37,1	37,6	37,2	37,5
Цетановое число	45	36	37	35	37	38	35	37
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг воздуха/кг масла	14,31	12,52	12,36	12,38	12,38	12,62	12,44	12,52
Содержание, % по массе:								
C	87,0	77,0	77,6	77,5	77,5	77,8	77,1	77,6
H	12,6	12,0	11,5	11,5	11,5	12,0	11,8	11,8
O	0,4	11,0	10,9	11,0	11,0	10,2	11,1	10,6

На физико-химические характеристики и состав растительных масел влияют сорт масличной культуры, агротехнические условия её возделывания и способ переработки. Вместе с тем свойства различных растительных масел во многом сходны и определяются составом и строением жиров, которые зависят от вида растения. Основу всех жиров составляют полные сложные эфиры глицерина и высших алифатических кислот [7]. В молекуле сложного эфира один остаток глицерина $C_3H_5(OH)_3$ соединён с тремя остатками жирных кислот (такие соединения называют триацилглицеридами). Массовая доля триацилглицеридов в жирах достигает 93–98 %. Жирнокислотный состав исследуемых растительных масел представлен в таблице 1 [23].

В таблице 2 приведены некоторые физико-химические параметры рассматриваемых растительных масел, а также нефтяного дизельного топлива марки Л (летнее) по ГОСТ 305–2013 [24]. Эти данные показывают, что свойства масел растительного происхождения существенно отличаются от характеристик нефтяного ДТ. Цетановое число растительного масла, которое характеризует его способность к самовоспламенению в камере сгорания дизеля, несколько ниже, чем у нефтяного ДТ. Растительные масла различаются с нефтяным ДТ и по фракционному составу. Температуры кипения растительных масел весьма высоки (порядка 280–300 °С против 180–360 °С у нефтяного ДТ). При атмосферном давлении и температуре выше 300 °С разогнать растительное масло на отдельные фракции не удаётся из-за его термического разложения [25-29].

Одним из серьёзных препятствий для применения растительных масел в дизельных двигателях служит их высокая вязкость - примерно на порядок выше, чем у обычного дизельного топлива. От этого параметра напрямую зависят качество распыления топлива, процесс смесеобразования и последующее сгорание. Энергетическая ценность (теплотворная способность) растительных масел несколько уступает нефтяному ДТ, так как в их молекулах содержится до 12 % кислорода по массе, тогда как в нефтяном дизтопливе - не более 0,4 %. Вследствие этого удельный эффективный расход растительного масла оказывается заметно выше, чем при работе дизеля на обычном ДТ [30-34].

С другой стороны, наличие значительного количества кислорода в молекулах растительных масел способствует более полному сгоранию топливной смеси, что положительно влияет на экологические характеристики дизеля. К достоинствам растительных масел с экологической точки зрения можно отнести низкое содержание серы (0,002 %) и практически полное отсутствие полициклических ароматических углеводородов, которые обладают канцерогенными свойствами [35, 36].

Поскольку в ходе испытаний дизеля применялись не чистые растительные масла, а их смеси с нефтяным дизельным топливом, содержащие относительно небольшую добавку масел

- 10 % по объёму, - отличия моторных свойств таких смесей от свойств чистого ДТ оказались незначительными. Это позволяет использовать рассматриваемые смесевые топлива в дизельном двигателе без перенастройки его регулировочных параметров.

Экспериментальные исследования дизеля на нефтяном дизельном топливе с добавками растительных масел

Сравнительная оценка показателей токсичности отработавших газов дизеля Д-245.12С (4ЧН11/12,5), работающего на нефтяном ДТ с добавками растительных масел, проводилась на основе результатов экспериментальных исследований. Данный двигатель производства Минского моторного завода устанавливается на различные внедорожные транспортные средства, в том числе сельскохозяйственного назначения. В этом дизеле, оснащённом полуразделённой камерой сгорания типа ЦНИДИ, организовано объёмно-пленочное смесеобразование. Топливная система двигателя включает топливный насос высокого давления (ТНВД) фирмы Motorpal модели PP4M10U1f с диаметром плунжеров 10 мм и их полным ходом 10 мм, топливопроводы высокого давления длиной 540 мм, а также форсунки типа ФДМ-22, отрегулированные на давление начала впрыскивания 21,0 МПа.

Испытательный стенд с дизельным двигателем оснащён набором измерительных приборов. Дымность отработавших газов определялась с помощью оптического дымомера модели МК-3 производства компании Hartridge (Великобритания), погрешность измерений составляла ±1 %. Концентрации газообразных токсичных компонентов в ОГ измерялись газоанализатором SAE-7532 японской фирмы Yanaco. Погрешность при определении содержания оксидов азота в ОГ находилась в пределах ±10 ppm (в диапазоне измерений от 1000 до 4000 ppm). Для монооксида углерода (CO) и несгоревших углеводородов (CHx) погрешность измерений составляла соответственно ±3 % (в диапазоне 0–1 %) и ±10 ppm (в диапазоне 0–200 ppm).

Экспериментальные исследования дизеля проводились на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла ECE R49 согласно Правилам 49 ЕЭК ООН (рис. 1). Угол опережения впрыска топлива был установлен на уровне $\theta = 13°$ поворота коленчатого вала до верхней мёртвой точки (ПКВ до ВМТ), а положение упора дозирующей рейки топливного насоса высокого давления оставалось неизменным. Основными эксплуатационными режимами в цикле ECE R49 являются режимы максимальной мощности и максимального крутящего момента [37-41].

Доля продолжительности работы дизеля на режиме максимальной мощности составляет 25 % от общего времени его эксплуатации, а на режиме максимального крутящего момента - 10 %. Результаты испытаний двигателя на этих режимах представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Выбросы оксидов азота и дымность ОГ дизеля Д-245.2С на режимах максимальной мощности и максимального крутящего момента

Вид топлива	Показатель дизеля							
	$C_{NOx\ Nmax}$, ppm	ΔC_{NOx}, %	$C_{NOx\ Mmax}$, ppm	ΔC_{NOx}, %	$K_{X\ Nmax}$, % (Н)	ΔK_X, %	$K_{X\ Mmax}$, % (Н)	ΔK_X, %
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с рапсовым маслом								
ДТ	675	–	800	–	11,0	–	25,0	–
90 % ДТ + 10 % РапМ	660	−2,2	785	−1,9	9,5	−13,6	20,5	−18,0
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с подсолнечным маслом								
ДТ	605	–	680	–	14,5	–	20,0	–
90 % ДТ + 10 % ПМ	580	−4,1	675	−0,7	12,0	−17,2	15,0	−25,0
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с соевым маслом								
ДТ	605	–	700	–	16,0	–	43,0	–
90 % ДТ + 10 % СМ	560	−7,4	650	−7,1	10,0	−37,5	31,0	−27,9
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с кукурузным маслом								
ДТ	600	–	650	–	18,0	–	40,0	–
90 % ДТ + 10 % КМ	550	−8,3	620	−4,6	14,0	−22,2	37,0	−7,5
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с льняным маслом								
ДТ	605	–	700	–	16,0	–	43,0	–
90 % ДТ +10 % ЛМ	570	−5,8	690	−1,4	11,0	−31,3	36,0	−16,3
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с горчичным маслом								
ДТ	550	–	640	–	17,0	–	42,0	–
90 % ДТ + 10 % ГМ	545	−0,9	625	−2,3	12,0	−29,4	36,0	−14,3
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с рыжиковым маслом								
ДТ	550	–	640	–	17,0	–	42,0	–
90 % ДТ + 10 % РыжМ	525	−4,5	620	−3,1	15,0	−11,8	36,0	−14,3

Таблица 4 – Выбросы с ОГ монооксида углерода и несгоревших углеродов дизеля Д-245.12С на режимах максимальной мощности и максимального крутящего момента

Вид топлива	Показатель дизеля							
	$C_{CO\ Nmax}$, ppm	ΔC_{CO}, %	$C_{CO\ Mmax}$, ppm	ΔC_{CO}, %	$C_{CHx\ Nmax}$, ppm	ΔC_{CHx}, %	$C_{CHx\ Mmax}$, ppm	ΔC_{CHx}, %
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с рапсовым маслом								
ДТ	210	–	330	–	150	–	170	–
90 % ДТ + 10 % РапМ	220	−4,8	305	−7,6	120	−20,0	130	−23,5
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с подсолнечным маслом								
ДТ	165	–	315	–	105	–	82	–
90 % ДТ + 10 % ПМ	160	−3,0	270	−14,3	95	−9,5	73	−11,0
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с соевым маслом								
ДТ	102	–	330	–	108	–	170	–
90 % ДТ + 10 % СМ	96	−5,9	285	−13,6	99	−8,3	150	−11,8
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с кукурузным маслом								
ДТ	255	–	470	–	163	–	201	–
90 % ДТ + 10 % КМ	210	−17,6	450	−4,3	120	−24,4	145	−27,9
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с льняным маслом								
ДТ	102	–	330	–	108	–	170	–
90 % ДТ +10 % ЛМ	85	−16,7	280	−15,2	83	−23,1	130	−23,5
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с горчичным маслом								
ДТ	100	–	300	–	76	–	130	–
90 % ДТ + 10 % ГМ	91	−9,0	275	−8,3	61	−19,1	105	−19,2
Нефтяное ДТ, смесь ДТ с рыжиковым маслом								
ДТ	100	–	300	–	76	–	130	–
90 % ДТ + 10 % РыжМ	80	−20,0	270	−10,0	60	−21,1	116	−10,8

Полученные данные показывают, что введение 10 % (по объёму) исследованных растительных масел в нефтяное дизельное топливо обеспечило снижение выбросов всех нормируемых токсичных компонентов отработавших газов. На режимах максимальной

мощности и максимального крутящего момента концентрация оксидов азота в ОГ уменьшилась на 0,7–8,3 %, а дымность ОГ - на 7,5–37,5 % (см. табл. 3). На этих же режимах зафиксировано снижение содержания угарного газа на 3,0–20,0 % и лёгких несгоревших углеводородов - на 8,3–27,9 %. При работе дизеля на рассматриваемых смесях изменение эффективного КПД двигателя не превысило 3 %.

Уменьшение эмиссии оксидов азота обусловлено более низким цетановым числом растительных масел (их худшей воспламеняемостью в цилиндрах дизеля) и понижением температур в камере сгорания [42-44]. Снижение дымности ОГ связано с присутствием атомов кислорода в молекулах растительных масел, что положительно влияет на процесс сгорания (окисления) исследуемых смесевых топлив. Сокращение выбросов монооксида углерода объясняется снижением температур сгорания смесевых топлив, в результате чего уменьшается интенсивность реакции диссоциации диоксида углерода (CO_2) с образованием CO и O_2. Уменьшение эмиссии лёгких несгоревших углеводородов вызвано более тяжёлым фракционным составом исследуемых смесевых топлив - то есть меньшим содержанием в них легкокипящих фракций.

Одним из ключевых факторов, воздействующих на токсичность отработавших газов дизеля, является ухудшенная воспламеняемость рассматриваемых смесевых топлив в камере сгорания (их пониженное цетановое число), а также относительно высокое содержание атомов кислорода в молекулах этих смесей. Данное утверждение подтверждается результатами, представленными в табл. 5.

Таблица 5 – Свойства исследуемых нефтяного ДТ и его смесей с различными маслами и снижение содержания оксидов азота в ОГ при работе на этих смесях

Свойство	Вид топлива							
	ДТ	90 % ДТ + 10 % РапМ	90 % ДТ + 10 % ПМ	90 % ДТ + 10 % СМ	90 % ДТ + 10 % КМ	90 % ДТ + 10 % ЛМ	90 % ДТ + 10 % ГМ	90 % ДТ + 10 % РыжМ
Цетановое число	45,0	44,1	44,2	44,0	44,2	44,3	44,0	44,2
Содержание, % по массе:								
C	87,0	86,0	86,1	85,9	86,0	86,1	86,0	86,1
H	12,6	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
O	0,4	1,5	1,4	1,6	1,5	1,4	1,5	1,4
Период задержки воспламенения φ_i на режиме максимальной мощности, град ПКВ	3,53	3,71	3,70	3,74	3,73	3,71	3,70	3,72
Снижение содержания NO_x в ОГ на режимах максимальной мощности (числитель) и максимального крутящего момента (знаменатель), %	0/0	2,2/1,9	4,1/0,7	7,4/7,1	8,3/4,6	5,8/1,4	0,9/2,3	4,5/3,1

С целью оценки влияния цетанового числа исследуемых смесей нефтяного ДТ с растительными маслами и содержания в них кислорода на период задержки воспламенения и выбросы наиболее значимых газообразных токсичных компонентов (оксидов азота) были выполнены расчётные исследования рабочего процесса дизеля Д-245.12С. Расчёты проводились с использованием программного комплекса (ПК) «ДИЗЕЛЬ-РК», разработанного в МГТУ им. Н.Э. Баумана и предназначенного для математического моделирования рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания [25, 26]. Данный ПК прошёл валидацию на двигателях различной размерности, быстроходности и назначения, обеспечив хорошее совпадение расчётных и экспериментальных результатов.

Моделирование рабочего процесса дизеля Д-245.12С осуществлялось на режиме максимальной мощности при частоте вращения коленчатого вала n = 2400 об/мин и циклической подаче топлива qц = 80 мм³. В ходе расчётных исследований задавался закон подачи топлива, представленный в таблице 6 и формируемый кулачками ТНВД на режиме максимальной мощности [7]. Угол начала подъёма иглы форсунки составлял 7° поворота коленчатого вала до верхней мёртвой точки (ВМТ).

В таблице 6 приведены результаты расчётного определения периода задержки воспламенения рабочей смеси в дизеле Д-245.12 на рассматриваемом режиме. Эти данные показывают, что при переходе двигателя с чистого нефтяного дизельного топлива на его смеси с различными растительными маслами происходит увеличение периода задержки воспламенения φi. Если при работе на нефтяном ДТ этот период составлял φi = 3,53° поворота коленчатого вала (ПКВ), то при использовании смеси из 90 % ДТ и 10 % соевого масла (СМ) он возрос до φi = 3,74° ПКВ. При этом на режиме максимальной мощности содержание оксидов азота в отработавших газах снизилось на 7,4 %, а на режиме максимального крутящего момента - на 7,1 %. Данная смесь отличается наибольшим содержанием кислорода - 1,6 % по массе.

Таблица 6 – Закон подачи топлива дизеля Д245.12С на режиме с частотой вращения n=2400 мин-1 и цикловой подачей qц= 80 мм3

Угол поворота вала φ, град ПКВ	Скорость впрыскивания, м³/с	Угол поворота вала φ, град ПКВ	Скорость впрыскивания, м³/с	Угол поворота вала φ, град ПКВ	Скорость впрыскивания, м³/с
0	0	6,0	$8{,}6\cdot10^{-5}$	12,0	$8{,}8\cdot10^{-5}$
1,0	$2{,}2\cdot10^{-5}$	7,0	$8{,}5\cdot10^{-5}$	13,0	$8{,}2\cdot10^{-5}$
2,0	$5{,}6\cdot10^{-5}$	8,0	$8{,}4\cdot10^{-5}$	14,0	$6{,}4\cdot10^{-5}$
3,0	$7{,}6\cdot10^{-5}$	9,0	$9{,}5\cdot10^{-5}$	15,0	$4{,}4\cdot10^{-5}$
4,0	$8{,}0\cdot10^{-5}$	10,0	$9{,}4\cdot10^{-5}$	16,0	0
5,0	$8{,}4\cdot10^{-5}$	11,0	$9{,}2\cdot10^{-5}$		

Выполненные исследования подтвердили целесообразность применения смесевых биотоплив, содержащих 10-процентную добавку различных растительных масел, в дизельных двигателях транспортного и сельскохозяйственного назначения. Были изучены следующие виды растительных масел: рапсовое, подсолнечное, соевое, кукурузное, льняное, горчичное, рыжиковое. Введение этих масел в нефтяное дизельное топливо способствует улучшению экологических показателей дизеля при работе на таких топливных смесях [45-48]. На режимах максимальной мощности и максимального крутящего момента зафиксировано снижение содержания оксидов азота в отработавших газах на 0,7–8,3 %, дымности ОГ - на 7,5–37,5 %, концентрации монооксида углерода - на 3,0–20,0 %, а лёгких несгоревших углеводородов - на 8,3–27,9 %. При испытаниях дизеля на рассматриваемых смесях изменения эффективного КПД двигателя не превысили 3 %. К числу основных факторов, обеспечивающих улучшение перечисленных показателей, относится заметное содержание кислорода в исследуемых биотопливах (до 1,6 % по массе). Другим важным фактором является увеличение периода задержки воспламенения рабочей смеси. Так, на режиме максимальной мощности содержание оксидов азота в ОГ сократилось на 7,4 %, а на режиме максимального крутящего момента - на 7,1 %. Это объясняется смещением процесса сгорания в область расширения, где температуры горения ниже.

Литература

1. Болоев, П. А. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в условиях Восточной Сибири / П. А. Болоев, С. Н. Шуханов, Г. Н. Поляков // Аграрный научный журнал. – 2015. – №10. – С. 31-34.

2. Целесообразность использования альтернативного топлива / Л. Б. Ларионов, П. А. Болоев, П. И. Ильин [и др.] // Известия Московского государственного университета МАМИ. – 2015. – Т. 1, № 3 (25). – С. 76-80.

3. Investigation of the flame of natural gas in the combustion chamber of a tractor diesel engine / I. I. Maksimov, A. S. Alatyrev, M. P. Smirnov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and

Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 032052. – EDN XHCRTS.

4. Лопатин О.П., Юрлов А.С. Снижение содержания оксидов азота в ОГ дизеля с турбонаддувом путем применения КПГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Выпуск 12. – С. 415-419. – EDN WDXALZ.

5. Марков, В. А. Сравнительный анализ альтернативных моторных топлив для дизелей / В. А. Марков, Е. В. Бебенин, С. П. Гладышев // Известия вузов. Машиностроение. – 2014. – № 5. – С. 43-48.

6. Mathematical Problem of the Stability Theory of the Gas Diesel Transport Control System / V. Likhanov, O. Lopatin, G. Mikheev [et al.] // Transportation Research Procedia : 12, Irkutsk-Krasnoyarsk, 06–08 октября 2021 года. – Irkutsk-Krasnoyarsk, 2022. – P. 219-223. – EDN PEKHOV.

7. Измайлов, Л. Ю. Современные возможности использования рапсового масла в качестве топлива в дизельных двигателях / Л. Ю. Измайлов, Г. С. Савельев, М. Н. Кочетков // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 5. – С. 20-23.

8. Биоэнергетика : Мировой опыт и прогнозы развития / Л. С. Орсик, Н. Т. Сорокин, В. Ф. Федоренко [и др.] ; под ред. В. Ф. Федоренко. – Москва : Росинформагротех, 2008. – 403 с.

9. Лопатин, О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции / О. П. Лопатин // Сборник научных трудов по материалам Восемнадцатой международной научно-практической конференции «Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых» ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА». – Ярославль, 2015. – С. 30-34. – EDN TYSTZT.

10. Машиностроение : энциклопедия : в 40 т. Т. IV. Двигатели внутреннего сгорания / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков [и др.] ; ред.-сост.: Н. А. Иващенко, А. А. Александров. – Москва : Машиностроение, 2013. – 784 с.

11. Ерохов, В. И. Токсичность современных автомобилей: Методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу / В. И. Ерохов. – Москва : Форум, 2017. – 448 с.

12. Лопатин, О. П. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука – Технология - Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – Выпуск 8. – С. 126-133. – EDN VILKZJ.

13. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Марков, С. Н. Девянин, В. Г. Семенов [и др.]. – Москва : Инженер, 2011. – 534 с.

14. Reduction of soot carbon in the exhaust gases of a tractor gas-diesel engine / A. P. Akimov, P. L. Lekomtsev, V. A. Likhanov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Krasnoyarsk, Russia, 24 сентября – 03 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. Volume 2094. – Krasnoyarsk, Russia: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52068. – EDN KUFPIH.

15. Lopatin, O. P. Study of the influence of the degree of exhaust gas recirculation on the working process of a diesel / O. P. Lopatin // Journal of Physics: Conf. Series 1515. – 2020. – 042021. – EDN YMEIOW.

16. Кульчицкий, А. Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей / А. Р. Кульчицкий. – Владимир : Изд-во Владимирского государственного университета, 2000. – 256 с.

17. Лопатин, О. П. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность ОГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Выпуск 12. – С. 419-423. – EDN WDXAMT.

18. Экологические аспекты применения моторных топлив на транспорте / В. Ф. Кутенев, В. А. Звонов, В. И. Черных [и др.] // Автомобильные и тракторные двигатели : Межвузовский сборник. – Москва : МАМИ, 1998. – Выпуск 14. – С. 150-160.

19. Марков, В. А. Многокомпонентные смесевые биотоплива для дизельных двигателей / В. А. Марков, С. В. Гусаков, С. Н. Девянин // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия : Инженерные исследования. – 2012. – № 1. – С. 46-56.

20. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Киров, 2004. – 200 с. – EDN NMTQAT.

21. Льотко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Льотко, В. Н. Луканин, А. С. Хачиян. – Москва : МАДИ, 2000. – 311 с.

22. Лопатин, О. П. Химическое строение оксидов азота и особенности образования их в цилиндре тракторного газодизеля / О. П. Лопатин // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : Материалы 12-ой научно-практической конференции вузов Поволжья и Предуралья. – Киров : Вятская ГСХА, 2001. – С. 28-34. – EDN WLRLHV.

23. Васильев, И. П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля : монография / И. П. Васильев. – Луганск : Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, 2009. – 240 с.

24. Лиханов, В. А. Улучшение экологических показателей дизеля путем применения этаноло-топливной эмульсии / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 2. – С. 6-7. – EDN PWNRHF.

25. Babu, A. K. Vegetable Oils and their Derivatives as Fuels for CI Engines: an Overview / A. K. Babu, G. Devaradjane // SAE Technical Paper Series. – 2003. – № 2003-01-0767. – Pp. 1-18.

26. Лиханов, В. А. Химизм процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля при работе на метаноле с двойной системой топливоподачи / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Инновации в образовательном процессе : Сборник трудов Межрегиональной научно-практической конференции вузов Приволжского региона. – Чебоксары : МГОУ, 2006. – С. 63-68. – EDN MHCFYT.

27. Spessert, B. M. Influence of RME and Vegetable Oils on Exhaust Gas and Noise Emissions of Small Industrial Diesel Engines / B. M. Spessert, I. Arendt, A. Schlelcher // SAE Technical Paper Series. – 2004. – № 2004-32-0070. – Pp. 1-15.

28. Development of a methodology for calculating the integral toxicity of exhaust gases of a diesel engine running on alternative fuels / O. P. Lopatin, V. A. Likhanov, A. A. Belov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2021 года. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 042003. – EDN SUOZCK.

29. Kuleshov, A. S. Multi-Zone DI Diesel Spray Combustion Model and its Application for Matching the Injector Design with Piston Bowl Shape / A. S. Kuleshov // SAE Technical Paper Series. – 2007. – № 2007-01-1908. – Pp. 1-10.

30. Lopatin, O. P. The effect of operational modes of diesel engines to emissions of nitrogen oxides / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62087. – EDN HAGOJO.

31. Performance and Emissions of Straight Vegetable Oils and its Blends as a Fuel in Diesel Engine: A review / S. Che Mat, M. Y. Idroas, M. F. Hamid, Z. A. Zainal // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2018. – Vol. 82. – Pp. 808-823.

32. Hazar, H. Investigation of the Effects of Pre-Heated Linseed Oil on Performance and Exhaust Emission at a Coated Diesel Engine / H. Hazar, H. Sevinc // Renewable Energy. – 2019. – Vol. 130. – Pp. 961-967.

33. Lopatin, O. P. Mathematical problem in the construction of kinetic equations of alternative fuel oxidation in an internal combustion engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52033. – EDN UBKPGA.

34. Исследование дизельного топлива с добавками пальмового масла / П. П. Ощепков, А. В. Бижаев, И. А. Заев [и др.] // Транспорт на альтернативном топливе. – 2018. – № 5. – С. 56-62.

35. Лиханов, В. А. Исследование нагрузочных режимов токсичности отработавших газов тракторного дизеля, работающего на метаноле и метиловом эфире рапсового масла / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Вестник Чувашской ГСХА. – 2019. – № 3 (10). – С. 95-98. – EDN WQPGOP.

36. Патрахальцев, Н. Н. Применение в дизелях нетрадиционных топлив, как добавок к основному / Н. Н. Патрахальцев, А. А. Савастенко. – Москва : Легион-Автодата, 2014. – 162 с.

37. Применение метанола и метилового эфира рапсового масла в дизеле / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин, В. Н. Копчиков [и др.]. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – 292 с. – ISBN 978_5_6048477_3_2. – EDN XCGZJA.

38. Уханов, А. П. Дизельное смесевое топливо / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, Д. С. Шеменев. – Пенза : РИО Пензенской государственной сельскохозяйственной академии, 2012. – 147 с.

39. Lopatin, O. P. Development of a methodology for assessing the impact of vehicles on the acoustic environment / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62049. – EDN URAHKQ.

40. Растительное сырье как топливо для автотракторных двигателей / П. А. Болоев, Т. В. Бодякина, Т. П. Гергенова, О. Н. Хороших // Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 81-1. – С. 63-67.

41. Lopatin, O. P. Development of tractor gas-diesel modifications / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62034. – EDN XQLTBZ.

42. Жиры, масла и производные продукты / Codex Alimentarius : пер. с англ. – Москва : Весь мир, 2007. – 68 с.

43. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 18 с. – EDN NHQHNX.

44. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 15 с.
45. Лиханов, В. А. Тепловыделение в тракторных дизелях, работающих на биотопливе / В. А. Лиханов, О. П. Лопатин // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – № 2. – С. 3-9. – EDN ZTKBBZ.
46. Kuleshov, A. S. Model for Predicting Air-Fuel Mixing, Combustion and Emissions in DI Diesel Engines over Whole Operating Range / A. S. Kuleshov // SAE Technical Paper Series. – 2005. – № 2005-01-2119. – Pp. 1-10.

УДК 621.436

СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ БИОТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Лаптев И. А. – аспирант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Лопатин О. П., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В работе исследуются нестандартные виды горючего, служащие основой для изготовления биотоплив. Приводятся результаты внедрения таких топливных смесей. Поскольку физико-химические показатели биогенных топлив не совпадают с характеристиками традиционного дизеля, возникает главное препятствие - повышенная вязкость при использовании рапсового масла и его аналогов. Кроме того, в выхлопе дизельных агрегатов, работающих как на стандартном дизтопливе, так и на растительных маслах и эфирах, наблюдается уменьшение доли невыгоревших углеводородов при небольшом изменении концентраций окислов азота и оксида углерода. Рассматриваются отличительные черты эксплуатации дизелей на биотопливе.

Ключевые слова: растительное сырье, биотопливо, дизельное топливо, особенности, вязкость

Прогресс в области техники, энергоносителей и топливной промышленности протекает на фоне постепенного исчерпания нефтяных запасов и растущего дефицита нефтепродуктов. Как показывают оценки экспертов, при нынешних темпах расходования мировых ресурсов нефти их останется примерно на четыре десятилетия [1, 2]. Вследствие этого на транспорте всё активнее переходят на горючее, произведённое из растительного сырья. Такое сырьё является практически возобновляемым в неограниченном количестве. Более того, его применение уменьшает парниковый эффект, так как при выращивании растений выделяется приблизительно тот же объём кислорода, который затем расходуется на сгорание биотоплива [3, 4].

Для дизельных двигателей из всех нетрадиционных видов горючего чаще всего применяются биодизели, которые производятся из растительных масел [5, 6]. Эти топлива отличаются друг от друга сортами исходного сырья (соевое, подсолнечное, рапсовое, льняное, рыжиковое и другие масла) и технологиями изготовления. Масла можно использовать непосредственно в чистом виде, а также в смесях с альтернативными или традиционными нефтяными топливами. Ещё один путь - превращение масел в сложные эфиры, которые сами выступают в роли моторных топлив и обычно применяются в комбинации с другими видами горючего [7-9]. В настоящее время исследуются также водно-топливные и водно-биотопливные эмульсии на основе растительных масел.

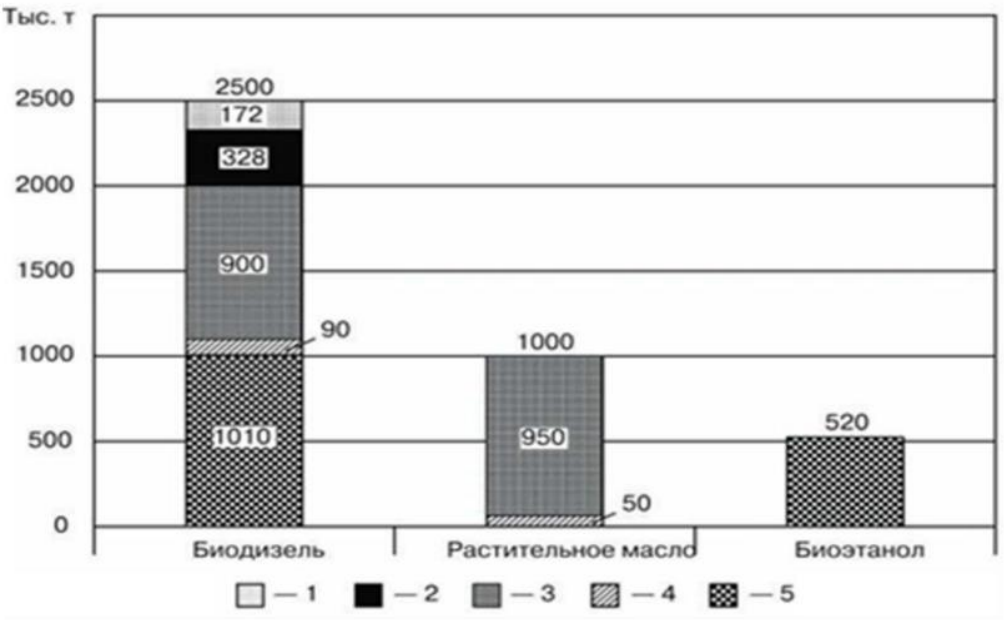


Рисунок 1 – Направления реализации биотоплива и его объемы
1 – в бензоколонках для легковых автомобилей, 2 - в бензоколонках для грузовых автомобилей, 3 –для транспортных компаний, 4 – для сельского хозяйства, 5 – как примесь к дизельному топливу.

Статистика продаж биодизельных топлив в Германии показана на рисунке 1. За 2006 год немецкий рынок биодизеля составил 2,5 млн тонн, из которых 1,01 млн тонн - это смеси с обычной соляркой, 0,5 млн тонн - чистое биодизельное топливо, отпускавшееся на АЗС для легковушек и грузовиков. Оставшийся 1 млн тонн пришёлся на рапсовое масло, применявшееся как моторное горючее [10-13].

Разнообразие биогенных топлив означает, что в процессе заправки в бак может попасть несколько разных видов горючего. Соответственно, дизельный агрегат не теряет работоспособности при длительной эксплуатации на смесях, содержащих любые варианты биотоплива и обычное дизельное топливо [14-17].

Большой интерес вызывает применение таких смесей, поскольку при соединении разных видов топлива их физико-химические характеристики изменяются. Растительные масла можно смешивать с большинством органических растворителей и нефтепродуктов в любых соотношениях. Отсюда следует вывод об их хорошей взаимной совместимости. Благодаря этому свойству появляется возможность создавать моторные топлива из растительных масел с заранее заданными физико-химическими параметрами путём соединения различных компонентов в нужных долях [18-21].

Таблица 1 – Физико-химические свойства топлив

Физико-химические свойства	ДТ	РМ	топливо МЭРМ	ДТ 50 %, РМ 30 %, МЭРМ 20 %	ДТ 50 %, РМ 30 %, МЭРМ 20 %
Плотность при 20^0 С, кг/м^3	805	913	877	840	851
Вязкость кинематическая при 20^0 С, мм^2/с	2,37	75,0	8,0	5,477	5,495
Коэффициент поверхностного натяжения при 20^0 С, мН/м	27,1	33,2	30,7	-	-
Теплота сгорания низшая, мДж/кг	42,5	37,3	37,8	41,5	40,0
Цетановое число	45	36	48	-	-
Температура самовоспламенения, ^{0}С	250	318	230	-	-
Температура помутнения, ^{0}С	-25	-9	-13	-	-
Температура застывания, ^{0}С	-35	-20	-21	-	-
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг вещества, кг	14,3	12,5	12,6	13,6	13,0
Содержание, % по массе					
С	87,0	77,0	77,6	83,1	81,0
Н	12,6	12,0	12,2	12,4	12,2
О	0,4	11,0	10,2	4,5	5,1
Содержание серы, %	0,2	0,002	0,002	-	-

Широкому внедрению биотоплив препятствует то обстоятельство, что их физико-химические параметры отличаются от параметров традиционного горючего. Основная сложность при эксплуатации дизельного двигателя на рапсовом масле или других растительных маслах - это высокая вязкость. На рисунке 2а приведены вязкостно-температурные кривые. Они демонстрируют, что при температуре t = 20 °С вязкость рапсового масла оказывается выше, чем у обычного дизтоплива [5]. Согласно результатам работ [22-24], стандартное дизельное топливо по ГОСТ 305-82, отечественное рапсовое масло (РМ) и метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ) имеют вязкость соответственно vx = 2,37; 8,0 и 75,0 мм²/с (рис. 2) [25].

Смеси рапсового масла с дизельным топливом обладают существенно более низкой вязкостью по сравнению с чистым РМ. Так, в источнике [6] указано, что при t = 20 °С вязкость смеси, содержащей 80% ДТ (по объёму) и 20% РМ, составляет νx = 9 мм²/с (см. рис. 2а). Однако и такая вязкость биотопливной смеси заметно превосходит вязкость чистого дизельного топлива: по ГОСТ 305-82 для летнего дизельного топлива этот показатель находится в пределах νx = 3–6 мм²/с [4, 6].

Следовательно, один из способов получения биотоплив с характеристиками, приближёнными к нефтяному ДТ, состоит во введении в двухкомпонентные смеси (ДТ + РМ) дополнительных топливных компонентов, вязкость которых ниже, чем у исходных смесей. В роли таких добавок применяется метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ) [5, 10].

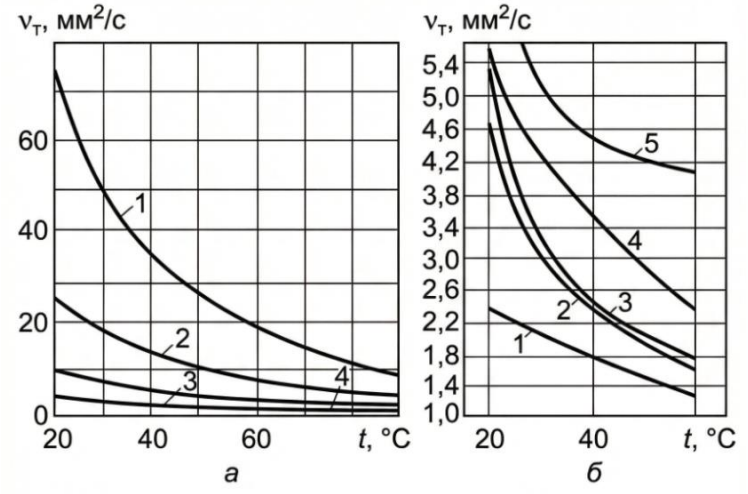


Рисунок 2 – Характеристики вязкостно-температурные двухкомпонентных (а) и многокомпонентных (б) топлив

У дизелей, работающих на нефтяном топливе, растительных маслах и эфирах, отмечается пониженное содержание несгоревших углеводородов в выхлопе при незначительной корректировке объёмных концентраций оксидов азота и угарного газа. Исследования показали, что биотопливо обладает хорошими смазывающими свойствами, высоким цетановым числом, продлевает ресурс двигателя без серьезных модификаций, безопасно благодаря высокой температуре воспламенения и не вредит окружающей среде [26-28].

В результате работы установлены особенности применения биотоплив с заданными физико-химическими характеристиками в дизелях, а также подтверждена возможность смешивания традиционного дизельного горючего, растительных масел и сложных эфиров.

Литература

1. Машиностроение : энциклопедия : в 40 т. Т. IV. Двигатели внутреннего сгорания / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков [и др.] ; ред.-сост.: Н. А. Иващенко, А. А. Александров. – Москва : Машиностроение, 2013. – 784 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания : учебник. Т. 1. Теория рабочих процессов / под ред. В. Н. Луканина, М. Г. Шатрова. – Москва : Высшая школа, 2005. – 479 с.

3. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на режиме максимального крутящего момента / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 144-150. – EDN XRQMMJ.

4. Ерохов, В. И. Токсичность современных автомобилей : методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу / В. И. Ерохов. – Москва : Форум, 2017. – 448 с.

5. Лопатин, О. П. Исследование образования оксидов азота и показателей процесса сгорания в цилиндре дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 205-209. – EDN YFLQZN.

6. Lopatin, O. P. Chemistry of the process of formation of nitrogen oxides in the combustion chamber of gas-diesel / O. P. Lopatin // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52004. – EDN LOROGU.

7. Кульчицкий, А. Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей / А. Р. Кульчицкий. – Владимир : Изд-во Владимирского государственного университета, 2000. – 256 с.

8. Экологические аспекты применения моторных топлив на транспорте / В. Ф. Кутенев, В. А. Звонов, В. И. Черных [и др.] // Автомобильные и тракторные двигатели : Межвузовский сборник. – Москва : МАМИ, 1998. – Выпуск 14. – С. 150-160.

9. Моторные топлива, производимые из растительных масел / В. А. Марков, С. Н. Девянин, В. Г. Семенов [и др.] ; под ред. В. А. Маркова. – Рига : Lambert Academic Publishing, 2019. – 420 с.

10. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 при работе на природном газе в зависимости от нагрузки / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 215-219. – EDN VUNJFJ.

11. Льотко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Льотко, В. Н. Луканин, А. С. Хачиян. – Москва : МАДИ, 2000. – 311 с.

12. Лопатин, О. П. Индикаторные диаграммы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, М. А. Олейник // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург - Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2004. – Выпуск 3. – С. 104-107. – EDN XCTTTH.

13. Васильев, И. П. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля / И. П. Васильев. – Луганск : Изд-во Восточно-украинского национального университета им. В. Даля, 2009. – 240 с.

14. Lopatin, O. P. Investigation of alternative fuel oxidation kinetics in an internal combustion engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62005. – EDN UHPADY.

15. Babu, A. K. Vegetable Oils and their Derivatives as Fuels for CI Engines: an Overview / A. K. Babu, G. Devaradjane // SAE Technical Paper Series. – 2003. – № 2003-01-0767. – Pp. 1-18.

16. Лопатин, О. П. Рециркуляция отработавших газов как средство снижения токсичности газодизеля 4Ч 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, А. А. Анфилатов // XII Туполевские чтения : Международная молодежная научная конференция. – Казань : КГТУ, 2004. – Т. 6. – С. 164-165. – EDN XIREIT.

17. Spessert, B. M. Influence of RME and Vegetable Oils on Exhaust Gas and Noise Emissions of Small Industrial Diesel Engines / B. M. Spessert, I. Arendt, A. Schlelcher // SAE Technical Paper Series. – 2004. – № 2004-32-0070. – Pp. 1–15.

18. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на номинальном режиме / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение": сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 137-144. – EDN XRQMND.

19. Performance and Emissions of Straight Vegetable Oils and its Blends as a Fuel in Diesel Engine: A review / S. Che Mat, M. Y. Idroas, M. F. Hamid, Z. A. Zainal // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2018. – Vol. 82. – Pp. 808-823.

20. Лопатин, О. П. Расчет констант скоростей реакций термической диссоциации при сгорании углеводородных топлив в цилиндре дизеля / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Н. Чувашев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2009. – Выпуск 7. – С. 97-104. – EDN ZEMDXH.

21. Hazar, H. Investigation of the Effects of Pre-Heated Linseed Oil on Performance and Exhaust Emission at a Coated Diesel Engine / H. Hazar, H. Sevinc // Renewable Energy. – 2019. – Vol. 130. – Pp. 961-967.

22. Lopatin, O. P. Calculation of the process of nitrogen oxides formation during combustion of methanol in the engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62011. – EDN ZNJJJJ.

23. Исследование дизельного топлива с добавками пальмового масла / П. П. Ощепков, А. В. Бижаев, И. А. Заев [и др.] // Транспорт на альтернативном топливе. – 2018. – № 5. – С. 56-62.

24. Lopatin, O. P. Model for calculating the reaction rates of nitrogen oxide formation in a diesel cylinder / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62025. – EDN DEIWFY.

25. Патрахальцев, Н. Н. Применение в дизелях нетрадиционных топлив, как добавок к основному / Н. Н. Патрахальцев, А. А. Савастенко. – Москва : Легион-Автодата, 2014. – 162 с.

26. Уханов, А. П. Дизельное смесевое топливо / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, Д. С. Шеменев. – Пенза : РИО Пензенской государственной сельскохозяйственной академии, 2012. – 147 с.

27. Lopatin, O. P. Phenomenology of nitrogen oxides formation in a gas-diesel engine / O. P. Lopatin // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42009. – EDN DGTUCH.

28. Markov, V. A. Biofuel Mixture Composition and Parameters of Exhaust Gases Toxicity / V. A. Markov, S. S. Loboda, V. G. Kamaltdinov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Tomsk, 04–06 декабря 2017 года. Vol. 327. – Tomsk: Institute of Physics Publishing, 2018. – P. 022068.

УДК 620.932.2

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЭФФЛЮЕНТА БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Наймушин Д. А. – магистрант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрена подготовка эффлюента биогазовой установки к применению в системах мелкодисперсного полива, включая капельное орошение, для которого критично содержание механических примесей. Показано, что основное препятствие внедрению эффлюента в фертигацию связано с засорением фильтрующих элементов и рабочих органов поливной арматуры. На основе сопоставления статических и динамических способов механической очистки обоснован выбор фильтра (сепаратора) барабанного типа. Такая схема снижает риск забивания фильтрующей поверхности, обеспечивает более стабильную производительность и упрощает включение оборудования в технологическую линию подготовки эффлюента.

Ключевые слова: эффлюент, биогазовая установка, мелкодисперсный полив, капельное орошение, фертигация, механические примеси, фильтрация, сепарация, барабанный фильтр

В современных технологиях возделывания овощных культур и картофеля повышение урожайности и качества продукции связано с управлением водным режимом и точным обеспечением растений питательными веществами. Системы мелкодисперсного полива, включая капельное орошение и спринклерные установки тонкого распыла, позволяют дозировать подачу влаги и совмещать полив с внесением удобрений (фертигацией). При этом к качеству рабочей жидкости предъявляются повышенные требования из-за малых проходных сечений эмиттеров и форсунок, чувствительных к взвешенным частицам.

Эффлюент биогазовой установки рассматривается как перспективное жидкое органическое удобрение, однако его применение в мелкодисперсном поливе ограничивается наличием механических и волокнистых включений, вызывающих засорение фильтров и поливной арматуры. Поэтому необходима технологическая подготовка эффлюента, обеспечивающая требуемую степень механической очистки при устойчивой производительности и приемлемой трудоемкости обслуживания.

Цель работы - обосновать выбор схемы механической очистки эффлюента биогазовой установки для использования в системах мелкодисперсного полива с акцентом на фильтр (сепаратор) барабанного типа.

При сравнении решений для очистки эффлюента в производственных условиях целесообразно оценивать производительность установки как объем очищенной жидкости, получаемый за заданный интервал времени. Этот показатель позволяет сопоставлять различные схемы при одинаковых условиях подачи и исходной концентрации механических примесей.

Для поточных линий подготовки эффлюента важны не только высокие значения производительности, но и ее стабильность во времени. На практике пропускная способность снижается по мере накопления осадка на фильтрующей поверхности и в проходных каналах, что требует технологического обслуживания. Поэтому при выборе схемы очистки учитывают характер засорения (минеральные частицы, органика, волокна), трудоемкость обслуживания и возможность работы без длительных остановок.

Для механической подготовки эффлюента к мелкодисперсному поливу рассматриваются следующие решения:

- статические ситовые;
- дисковые фильтры;
- картриджные фильтры;
- вибрационные устройства (вибросита, виброгрохоты);
- каскадные сетчатые аппараты;

- барабанные фильтры (сепараторы).

Выбор барабанного фильтра как базовой схемы обусловлен требованиями мелкодисперсного полива к стабильному расходу и минимизации простоев на обслуживание. При работе с эффлюентом, содержащим органические и волокнистые включения, фильтрующие поверхности склонны к быстрому накоплению осадка и «замазыванию» ячеек, что приводит к падению пропускной способности [1].

Барабанная схема благодаря вращению фильтрующей поверхности и непрерывному выводу крупной фракции менее склонна к забиванию и позволяет дольше сохранять рабочую производительность в поточном режиме. Поэтому барабанный фильтр целесообразно применять как основную производительную ступень после предварительной сепарации (и при необходимости пастеризации), дополняя её последующей доочисткой под требования форсунок.

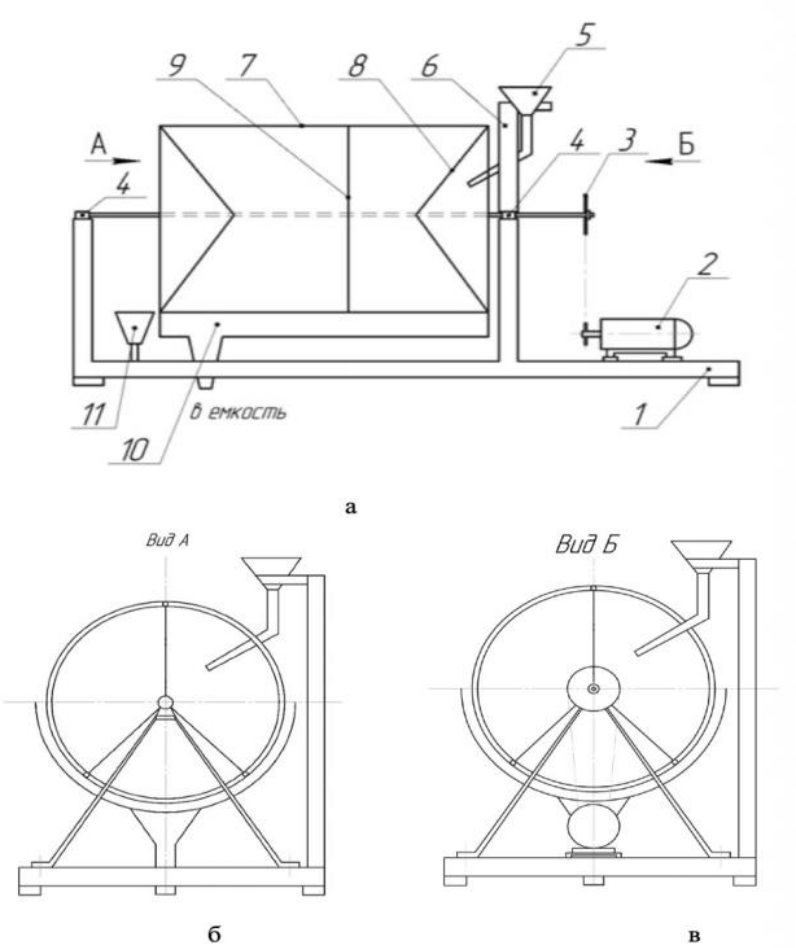


Рисунок 1 – Схема сепаратора барабанного типа: а - общий вид, б - вид спереди; в - вид сзади; 1 – рама, 2 – электродвигатель, 3- ведомая звездочка, 4 – подшипниковая опора, 5 – воронка подачи эффлюента, 6 – рама, 7 – сетчатый барабан, 8 – конусная обечайка барабана, 9 – кольцевая обечайка барабана, 10 – приемный желоб очищенного эффлюента, 11 – приемник отходов

Рациональная схема подготовки строится по принципу последовательного перехода от грубой очистки к более тонкой, что снижает нагрузку на тонкие ступени и увеличивает межсервисный интервал. В базовом варианте выполняют предварительную сепарацию, затем применяют барабанную фильтрацию как основную производительную ступень, после чего при необходимости проводят доочистку под требования оросительной арматуры. Очищенный эффлюент аккумулируют в емкости и подают в систему фертигации [3…4].

Рациональная схема подготовки строится по принципу последовательного перехода от грубой очистки к более тонкой, что снижает нагрузку на тонкие ступени и увеличивает

межсервисный интервал. В базовом варианте выполняют предварительную сепарацию, затем применяют барабанную фильтрацию как основную производительную ступень, после чего при необходимости проводят доочистку под требования оросительной арматуры. Очищенный эффлюент аккумулируют в емкости и подают в систему фертигации.

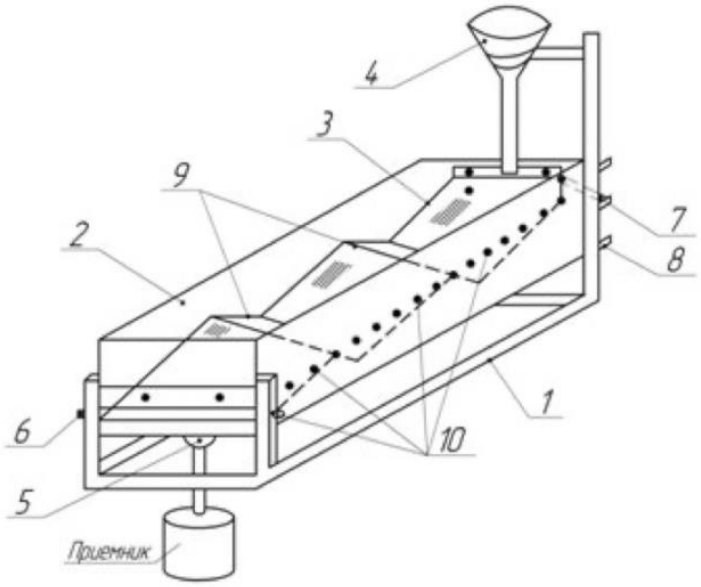


Рисунок 2 – Сепаратор эффлюента каскадного типа:
1 - рама, 2 - короб, 3 - сетка, 4 -приемная воронка эффлюента, 5 - отвод очищенного эффлюента, 6 - подвижная ось, 7 - ось регулировки угла наклона короба, 8 - проушины регулировочные, 9 - опорные поперечины, 10 - винты крепления сетки

Основным ограничением применения эффлюента биогазовой установки в системах мелкодисперсного полива является наличие механических примесей и склонность органической суспензии к забиванию фильтрующих элементов. Для обеспечения устойчивой работы технологической линии и стабильной подачи в систему фертигации обоснован выбор фильтра (сепаратора) барабанного типа как предпочтительной конструктивно-технической схемы механической очистки с возможной последующей доочисткой под требования оросительной арматуры [2].

Литература

1. Лыбенко, Е. С. Изучение влияния эффлюента на рост и развитие яровой мягкой пшеницы (Triticum aestivum L.) в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны России / Е. С. Лыбенко, А. В. Созонтов, Р. Ф. Курбанов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3 (209). – С. 5-11. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-209-3-5-11.

2. Лыбенко, Е. С. Эффективность использования биогазовых установок в сельскохозяйственном производстве / Е. С. Лыбенко, П. А. Лаптева // Вестник Вятского ГАТУ. – 2025. – № 2 (24). – С. 114-132.

3. Кононов, С. А. Технические средства для внесения жидких органических удобрений / С. А. Кононов, А. В. Созонтов // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов XX международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых, Киров, 12 марта 2021 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2021. – С. 127-130.

4. Курбанов, Р. Ф. Научно-практические аспекты биологизации земледелияв Нечерноземной зоне на основе эффлюента биогазовых установок / Р. Ф. Курбанов, Е. С. Лыбенко, А. В. Созонтов // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах

Нечерноземной зоны : Материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Алексея Александровича Платунова, 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Киров, 06–08 октября 2025 года. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2025. – С. 102-114.

5. Курбанов, Р. Ф. Эффлюент как органическое удобрение и биостимулятор в растениеводстве / Р. Ф. Курбанов, Е. С. Лыбенко, А. В. Созонтов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 7. – С. 16-24.

6. Биологические науки и биоразнообразие : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 20–23 декабря 2022 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – 211 с.

7. Курбанов, Р. Ф. Научные направления развития биологизации земледелия, реализуемые в ФГБОУ во Вятский ГАТУ / Р. Ф. Курбанов // Инновации и достижения в сельском хозяйстве : Материалы III Всероссийской национальной научно-практической конференции, Киров, 21 декабря 2021 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 130-133.

8. Влияние предпосевной обработки семян ярового ячменя биогазовым эффлюентом на энергию прорастания и всхожесть семян / Т. А. Леконцева, Е. С. Лыбенко, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования : сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции, Киров, 17 ноября 2021 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – С. 181-184.

9. Мухамадьяров, Ф. Ф. Энергосберегающие аспекты получения продовольственных ресурсов и кормов / Ф. Ф. Мухамадьяров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 82-86.

10. Леконцева, Т. А. Использование биопрепаратов на льне-долгунце / Т. А. Леконцева, Е. С. Лыбенко // Вестник Вятского ГАТУ. – 2021. – № 4 (10).

УДК 66.644

КЛАССИФИКАЦИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ПО КОНСТРУКТИВНЫМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

Наймушин Д. А. – ассистент кафедры эксплуатации машин и технологического оборудования ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Рассмотрены основные конструктивные и технологические особенности установок получения биогаза. Описаны режимы работы, конструкции, количество и виды биореакторов, технологии и оборудование для подогрева и перемешивания биомассы. Предложена классификация биогазовых установок, учитывающая влияние барботажного метода перемешивания на обогрев биореактора.

Ключевые слова: биогаз, биореактор, перемешивание, классификация

В настоящий период разработаны биогазовые установки с различными конструктивными и технологическими особенностями. При этом, конструктивно все биогазовые установки практически не отличаются друг от друга, и представляют собой

герметично закрытую емкость, в которой при определенных условиях происходит сбраживание органического субстрата с образованием биогаза и биоудобрений. Основным компонентом биогазовой установки является (рис. 1) биореактор, в котором протекает процесс анаэробной ферментации, также установка содержит газгольдер, системы подготовки и сбора субстрата, устройства подогрева и перемешивания, КИП и автоматики.

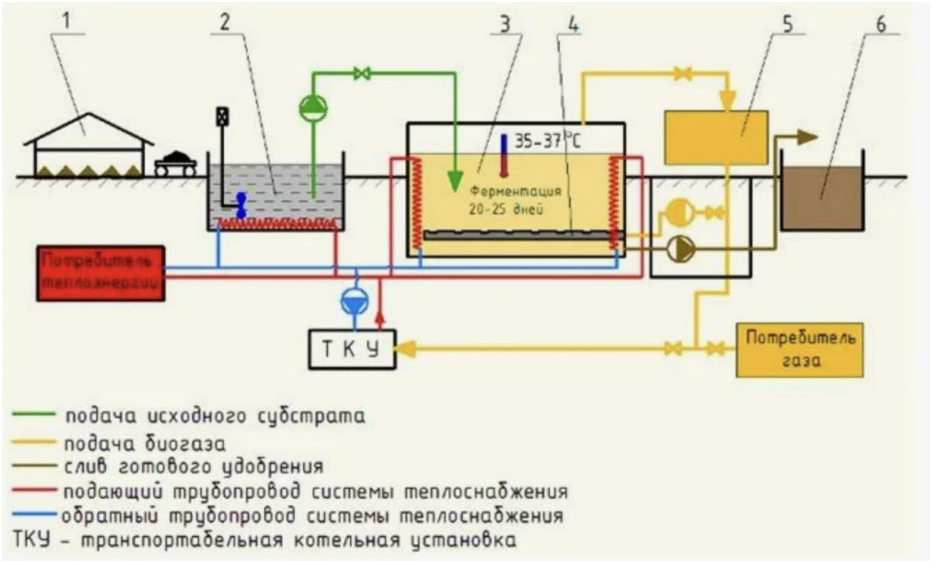


Рисунок 1 – Общая схема биогазовой установки: 1 – источник отходов; 2 – система подготовки субстрата; 3 – биореактор; 4 – система перемешивания; 5 – газгольдер; 6 – резервуар удобрения

По количеству ступеней процесса установки бывают одноступенчатыми, двухступенчатыми и многоступенчатыми. Одноступенчатые установки состоят из одного биореактора, в котором происходит полное сбраживание биомассы. В двухступенчатых системах процесс проходит в главном биореакторе брожения и в реакторе окончательного сбраживания и осаждения шлама [7...8].

Многоступенчатые системы включают различное количество основных бродильных биореакторов и реакторов дображивания. По режиму работы можно выделить непрерывные, полунепрерывные и периодические установки.

Установки периодического действия состоят из одного биореактора, который полностью загружается исходным субстратом, а затем после определенного времени процесса полностью опорожняется. В установках полунепрерывного режима процесс получения биогаза протекает в двух и более биореакторах, которые работают по очереди.

При непрерывном режиме субстрат подается в биореактор непрерывно или через короткие промежутки времени, при этом соответствующий объем перебродившего субстрата удаляется. Установки, работающие в непрерывном режиме, отличаются стабильностью и высокой производительностью по сравнению с другими режимами [3].

По положению биореакторы бывают вертикального горизонтального и наклонного расположения. Выбор расположения реактора зависит от режима работы и наличия свободной территории. Горизонтальные установки больше используют в непрерывных системах и при наличии достаточного места для их расположения. Наклонное расположение облегчает стекание перебродившей массы по направлению к патрубку слива готового удобрения. Но наиболее широко применяются вертикальные биореакторы, позволяющие уменьшить занимаемую территорию.

В биогазовых установках используют биореакторы овальной, цилиндрической и кубической формы (рис. 2). Биореакторы овальной формы изготавливают небольших объемов, в качестве материала используют стеклопластик, т.к. применение других материалов весьма проблематично ввиду сложности изготовления и высокой стоимости. В таких реакторах

создаются условия для перемещения жидкого субстрата, отвода осадков и разрушения плавающей корки при достаточно высокой прочности.

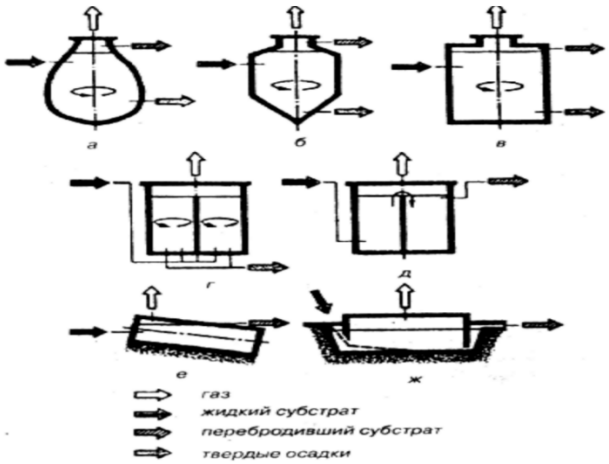


Рисунок 2 – Наиболее распространённые типы резервуаров биореакторов: а – в виде яйца, б – цилиндрический с конусными верхней и нижнейчастями, в – цилиндрический, г – цилиндрический с перегородкой, д – в виде паралелепипида (с перегородкой), е – цилиндрический (наклоннорасположенный), ж – траншея в грунте (с крышкой)

По сравнению с овальными, цилиндрические резервуары не создают таких условий, что ведет к увеличению расхода энергии на перемешивание. Но они просты в изготовлении и сооружаются из различных материалов – стальные, бетонные и др., что позволяет использовать их в биогазовых установках самых крупных размеров. Биореакторы кубической формы используют в простых небольших установках, т.к. для интенсивного перемешивания биомассы и разрушения плавающей корки требуются значительные затраты энергии [1].

Также биогазовые установки различают по способу подвода теплоты и способу перемешивания. Подвод тепла необходимого для протекания процесса может осуществляться прямым и не прямым способами. Прямой метод производится непосредственно подачей горячей воды или пара под давлением в бродильную массу. Для подогрева биомассы данным способом требуется установка парогенерирующей системы, что ведет к дополнительным затратам. Кроме того, при подаче пара или воды происходит неравномерное распределение температуры в реакторе, в результате чего происходит перегрев биомассы [4…6].

Не прямой метод осуществляться через теплообменные нагревательные устройства, расположенные внутри биореактора или в его стенках. При внутреннем подогреве нагревательные элементы должны быть достаточно прочными, чтобы не повредиться при движении биомассы в реакторе. Внешний подогрев с помощью теплообменников, расположенных на стенках реактора менее эффективен из-за потерь тепла в окружающую среду, однако, отличается удобством в обслуживании и эксплуатации.

Перемешивание бродильной массы может осуществляться следующими основными способами:

- гидравлическим;
- механическим;
- барботажным;
- комбинированным.

Гидравлический метод перемешивания заключается в рециркуляции бродильной массы из одной части биореактора в другую.

Механическое перемешивание производится с помощью применения мешалок, рабочими органами которых являются шнеки и лопасти, приводимые в действие от двигателя или вручную. Для перемешивания биомассы применяют следующие системы: многолопастная; пропеллерная погружная и лопастная системы [2].

Барботажное перемешивание осуществляется путем подачи выделяющегося биогаза обратно в реактор с помощью побудителя тяги и системы трубопроводов, расположенных в нижней части реактора.

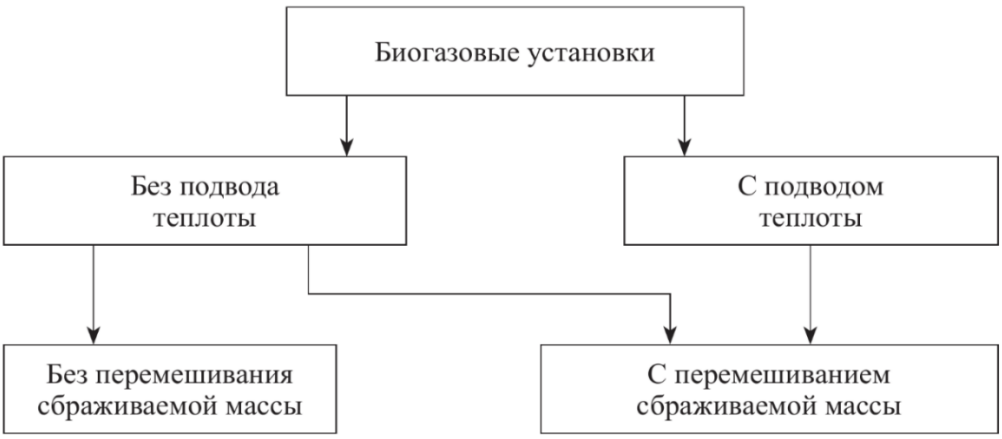


Рисунок 3 – Классификация биогазовых установок

Классификация включает конструктивные и технологические признаки всех основных элементов биогазовой установки и учитывает как отечественные, так и зарубежные разработки. Особенностью данной классификация является то, что учтено влияние барботажного метода перемешивания на температурный режим установки.

Литература

1. Курбанов, Р. Ф. Научно-практические аспекты биологизации земледелияв Нечерноземной зоне на основе эффлюента биогазовых установок / Р. Ф. Курбанов, Е. С. Лыбенко, А. В. Созонтов // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : Материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Алексея Александровича Платунова, 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Киров, 06–08 октября 2025 года. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2025. – С. 102-114.

2. Биологизация сельскохозяйственного производства – основа рационального природопользования / Е. С. Лыбенко, Т. А. Леконцева, Р. Ф. Курбанов [и др.] // Современные достижения в развитии сельского хозяйства : Материалы I научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию со дня рождения профессора Геннадия Петровича Дудина, Киров, 07 июля 2023 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 108-115.

3. Курбанов, Р. Ф. Научные направления развития биологизации земледелия, реализуемые в ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ / Р. Ф. Курбанов // Инновации и достижения в сельском хозяйстве : Материалы III Всероссийской национальной научно-практической конференции, Киров, 21 декабря 2021 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 130-133.

4. Биологические науки и биоразнообразие : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 20–23 декабря 2022 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – 211 с.

5. Влияние предпосевной обработки семян ярового ячменя биогазовым эффлюентом на энергию прорастания и всхожесть семян / Т. А. Леконцева, Е. С. Лыбенко, Р. Ф.

Курбанов, А. В. Созонтов // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования : сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции, Киров, 17 ноября 2021 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – С. 181-184.

6. Мухамадьяров, Ф. Ф. Энергосберегающие аспекты получения продовольственных ресурсов и кормов / Ф. Ф. Мухамадьяров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 82-86.

7. Леконцева, Т. А. Использование биопрепаратов на льне-долгунце / Т. А. Леконцева, Е. С. Лыбенко // Вестник Вятского ГАТУ. – 2021. – № 4 (10).

УДК 614

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭВАКУАЦИИ В УСЛОВИЯХ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Наймушин Д. А. – ассистент кафедры эксплуатации машин и технологического оборудования ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается нормативно-правовые требования к организации эвакуации. Выявлены причины низкой эффективности эвакуации людей и предложены мероприятия по ее повышению.

Ключевые слова: эвакуация, массовые мероприятия, паника, эвакуационные пути, спасательные работы

Обеспечение безопасности при проведении массовых мероприятий (спортивных матчей, концертов, фестивалей) является одной из приоритетных задач современного градостроительства и организации общественной безопасности. Особенность таких объектов - переменная конфигурация пространства и значительное количество людей, достигающее десятков тысяч человек. Традиционные детерминированные методы расчета эвакуации, основанные на нормативах, не всегда способны адекватно отразить природу поведения людей в стрессовой ситуации. Действия людей являются фактором неопределенности, который может критически повлиять на результат

Основные требования пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам содержатся в Федеральном законе от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ (в ред. от 27.12.2018 г. № 538-ФЗ) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и Своде правил СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» (утв. Приказом МЧС РФ от 19.03.2020 г. № 194). Требования, изложенные в данных документах, установлены для обеспечения возможности своевременной и беспрепятственной эвакуации людей при пожаре и возможности спасения людей при пожаре.

Любое помещение в здании должно иметь, как правило, не менее двух эвакуационных выходов.

Минимальная ширина эвакуационных выходов из помещений и зданий, при количестве эвакуирующихся через указанные выходы более 50 человек, либо при числе эвакуирующихся, относящихся к МГН групп М2-М4, более 15 человек, должна быть не менее 1,2 м.

Ширина эвакуационного выхода должна предусматриваться не менее 0,9 м при нахождении в помещении людей, относящихся к группе М4, за исключением зданий класса Ф1.3.

Еще одним новшеством, введенным СП 1.13130.2020, является необходимость использования противопожарных дверей в качестве заполнения проемов для эвакуационных

выходов из поэтажных коридоров, холлов, фойе, вестибюлей, лестничных клеток, за исключением выходов непосредственно наружу, в зданиях высотой более 28 м (за исключением зданий класса Ф1.3 и Ф1.4).

Высоту горизонтальных участков путей эвакуации в свету, как правило, принимают не менее 2 м. Для горизонтальных участков путей эвакуации, по которым могут эвакуироваться не более 5 человек (за исключением участков, по которым могут эвакуироваться из помещений класса Ф1), допускается уменьшать указанную высоту до 1,8 м [1].

На путях эвакуации, как правило, не допускается устройство криволинейных лестниц, лестниц с забежными ступенями, ступеней с различной шириной проступи и различной высоты, за исключением случаев, предусмотренных нормативными документами по пожарной безопасности.

Движение людей по лестницам достаточно опасно даже при эксплуатации их в нормальных условиях. Согласно статистическим данным, при подъеме или спуске по лестницам ежегодно сотни тысяч человек получают травмы и повреждения, требующие стационарного или амбулаторного лечения[2].

Не допускается размещать в эвакуационных коридорах оборудование, выступающее из плоскости стен на высоте менее 2 м, трубопроводы с горючими газами и жидкостями, а также встроенные шкафы, кроме встроенных шкафов для коммуникаций и пожарных кранов. Шкафы для коммуникаций и пожарных кранов, а также радиаторы отопления допускается предусматривать выступающими из стен при сохранении нормативной ширины пути эвакуации и выполнении мероприятий, направленных на исключение травмирования людей [3].

Распространение паники при эвакуации снижает скорость движения толпы, что увеличивает время пребывания людей в опасной зоне, что, в свою очередь, усиливает панику. Эффективность эвакуации напрямую зависит от способности управляющих систем (оповещения, действий персонала) разорвать этот круг на ранней стадии.

Факторы риска возникновения паники:

- Плотность толпы, превышающая критические пороги
- Падения людей
- Неадекватное внедрение мер безопасности
- Ненаправленное движение толпы
- Отсутствие эффективного мониторинга на месте

Выделяют меры контроля за организацией эвакуации людей для снижения риска возникновения паники.

Таблица 1 – Меры контроля организации эвакуации людей

Группа мер	Цель	Содержание
Информационные	Ориентация людей в пространстве	Предоставление точных данных о маршрутах через динамические табло и голосовое оповещение
Физические	Перенаправление потоков	Изменение планировки, временные ограждения
Поведенческие	Координация движения	Прямое управление действиями через распоряжения персонала

Эффективная эвакуация на массовом мероприятии напрямую зависит от качества подготовки персонала. Обучение должно быть системным и регулярным, чтобы каждый работник знал свои обязанности и был готов к действиям в экстренной ситуации [4].

Эвакуация людей из мест массового пребывания скопления людей усложняется, особенно во время пожара.

В зависимости от обстановки на пожаре и психологического состояния людей, находящихся в горящем здании, пожарные подразделения организуют и проводят спасание и эвакуацию людей следующими способами:

- эвакуация людей по лестничным клеткам (обычным, незадымляемым) или наружным эвакуационным лестницам;
- вывод (вынос) людей в безопасные места внутри или вне здания;
- спасание людей с применением специальной пожарной техники, спасательных устройств, оборудования и различных технических приспособлений;
- спасание людей с помощью пожарных вертолетов [5].

Пассажирские и грузовые лифты не могут быть использованы для проведения спасательных работ.

Выбираются кратчайшие и наиболее безопасные пути спасания людей. В первую очередь, для эвакуации из задымленных и отрезанных огнем от выхода помещений необходимо использовать лестничные клетки (обычные, не задымляемые) и наружные эвакуационные лестницы. На путях эвакуации необходимо расставлять пожарных, в задачу которых входит организация продвижения людей к выходам и предотвращение паники.

При невозможности использовать пути эвакуации, ведущие непосредственно наружу, организуется вывод людей в безопасные места с защитой эвакуационных путей от дальнейшего распространения по ним пламени и дыма. Для этих целей используются наружные переходы, ведущие в смежные секции, с этажа на этаж (по балконам, лоджиям, лестницам), покрытия горящего или прилегающих зданий, различные вспомогательные помещения с самостоятельными выходами и т.д.

Для предотвращения паники среди людей, находящихся в горящем здании, осуществляются следующие мероприятия:

- пожарную технику расставляют таким образом, чтобы большинство людей в здании видели пожарных и их действия;
- в места массового скопления людей направляют опытных пожарных;
- для обращения к людям, находящимся в горящем здании, используют внутреннюю систему оповещения, громкоговорящую связь, плакаты. При наличии в здании иностранцев к работе привлекают переводчиков и лиц, знающих иностранные языки [6].

Одновременно с проведением эвакуации проводятся аварийно-спасательные работы и принимаются меры к предотвращению распространения дыма и удалению его из коридоров, лестничных клеток и шахт лифтов, снижению температуры на путях эвакуации.

Для этих целей, в первую очередь, используется система противодымной защиты. Клапаны дымоудаления должны быть открыты только на горящем этаже, так как одновременное открытие клапанов на других этажах приведет к задымлению вышележащих этажей.

В зданиях с предусмотренной системой дымоудаления, осуществляемой через дымовой люк в покрытии лестничной клетки, необходимо проверить, полностью ли открыт люк.

Литература

1. Шевченко, А. В. Организация труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : Материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : сборник научных трудов в 3-х частях, Киров, 29 марта 2023 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – Часть 3. – С. 165-167.

2. Багаев, Е. А. Способы снижения негативного влияния транспорта на окружающую среду / Е. А. Багаев, А. С. Лебедев, Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : Сборник статей XIX Международной студенческой научной конференции, Киров, 07–09 апреля 2021 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – Том 2. – С. 114-117.

3. Толстоухова, И. А. Модуль пожаротушения порошкового типа / И. А. Толстоухова // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной

конференции: в 5-и частях, Киров, 03–04 апреля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 704-709.

4. Определение профессионального риска с помощью методики интегральной оценки условий труда / А. И. Сидоров, А. В. Богданов, Ю. В. Медведева, А. Н. Филиппов. – DOI 10.24000/0409-2961-2021-3-88-93 // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 3. – С. 88-93.

5. Кошурников, Д. Н. Анализ производственного травматизма по Кировской области за ряд последних лет / Д. Н. Кошурников, Е. В. Косолапов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы IV Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2011 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – Выпуск 12. – С. 57-59.

6. Солонщиков, П. Н. Пожаробезопасность зданий и сооружений : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – 52 с.

УДК 613.644

ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА И ВИБРАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Наймушин Д. А. – магистрант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются основные проблемы, связанные с воздействием производственного шума и вибрации на предприятиях энергетической отрасли.

Ключевые слова: шум, вибрация, рабочее место

Оборудование энергетических объектов даже при штатных условиях эксплуатации является интенсивным источником шума, уровни которого зачастую значительно превышают санитарные нормы как на производственных участках, так и на селитебных территориях. Высокие уровни шума и вибрации не только ухудшают условия труда, но и приводят к ускоренному износу оборудования, увеличивая риск аварий и затраты на ремонт. В условиях современной энергетики, характеризующейся высокой степенью износа основных фондов и внедрением нового оборудования, проблема виброакустической безопасности приобретает особую остроту [1].

Если уровень шума на рабочем месте постоянно высок, это может причинить ущерб слуховому аппарату. Уровень шума является слишком высоким, если при общении с другим человеком на расстоянии 0,5–1 метра нужно кричать, чтобы Вас услышали. Шум может повредить слуховой аппарат также в том случае, если создающее сильный шум оборудование используется в течение короткого времени либо менее шумные машины в течение длительного времени[2,3].

В данной сфере деятельности самый сильный шум создают машины, использующиеся для выработки гравия и песка, сортировочные машины, буровые и взрывные работы, производство цемента и бумаги. Также очень шумными являются угольные мельницы, паровые провода и вентили машин, газовые двигатели и крупные машины – такие как вентиляторы и насосы питания. Бульдозеры и другие машины создают шум, например, при транспортировке топлива в резервуарах или при уплотнении угля во избежание его самовозгорания. Транспортные линии создают шум, если топливо и отходы ударяются о механические детали машин [4,5,6].

Спектр источников шума и вибрации на предприятиях энергетики чрезвычайно широк. К числу основных относятся:

Тягодутьевые машины: дымососы и дутьевые вентиляторы генерируют шум аэродинамического и механического происхождения. Уровни звука вблизи работающих дымососов могут достигать 89 дБА, а дутьевых вентиляторов - 87 дБА.

Турбоагрегаты и насосное оборудование: сетевое и питательное насосы являются источниками как воздушного шума, так и интенсивной вибрации. Уровни звука от сетевых насосов и их электроприводов фиксируются на отметках 96-97 дБА.

Газорегуляторные пункты (ГРП) и горелочные устройства: регуляторы давления и горелки создают одни из самых высоких уровней шума. Исследования показывают, что шум от регуляторов давления может достигать 107 дБА. Проблемам шумообразования в горелочных устройствах посвящены отдельные монографии, что подчеркивает сложность и актуальность данной проблемы.

Вспомогательное оборудование: компрессорные установки, трансформаторы (подверженные эффекту магнитострикции), трубопроводы и воздухозаборные устройства газотурбинных установок также вносят существенный вклад в общую шумовую картину [7,8].

Действующие в настоящее время нормы шума на рабочих местах регламентируются СанПиН 9-86 РБ 98 "Шум на рабочих местах. Предельно допустимые уровни" и ГОСТ 12.1.003. ССБТ. "Шум. Общие требования безопасности".

Согласно указанным документам производственные шумы подразделяют по:

-спектру шума: широкополосные и тональные;

-временным характеристикам: постоянные и непостоянные.

В свою очередь, непостоянные шумы бывают: колеблющиеся во времени (воющие), прерывистые, импульсные (следующие друг за другом с интервалом более 1 сек).

Таблица 1 – Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах в зависимости от категории трудового процесса

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Стандарт запрещает даже кратковременное пребывание людей в зонах с уровнем звукового давления свыше 135 дБА.

На различное производственное оборудование и машины стандартами установлены предельные уровни шумовых характеристик (станки, компрессоры, ткацкое и др. оборудование и т.д.) [9,10].

Действуют также и стандарты, устанавливающие методы определения шумовых характеристик.

Стандартами установлено, чтобы в технической документации указывались шумовые характеристики машин.

Классификация методов и средств вибрационной защиты приведена в ГОСТ 12.4.046. ССБТ. "Методы и средства вибрационной защиты. Классификация".

Если на работе соприкасаются с сильной локальной вибрацией, например, при использовании электрических, бензиновых или пневматических рабочих инструментов либо при управлении машинами, имеется опасность заболевания вибрационной болезнью.

Вибрация руля и рычагов управления транспортных средств редко бывает настолько сильна, чтобы стать причиной вибрационной болезни.

Первыми симптомами вибрационной болезни являются «гудение» или потеря чувствительности пальцев рук. При воздействии локальной вибрации в течение длительного времени возникает опасность возникновения синдрома вазоспазма («побеления пальцев»). При этом заболевании пальцы рук белеют, холодеют и теряют чувствительность. Приступам болезни способствует низкая температура. Если пальцы теряют чувствительность, трудно выполнять требующую точности работу, поэтому «белые пальцы» повышают опасность несчастного случая.

При оценивании связанных с вибрацией рисков для здоровья следует полностью осмотреть рабочее место. Риск повреждений зависит как от силы вибрации, так и от продолжительности времени соприкосновения с вибрацией. Ущерб здоровью могут причинить как сильно вибрирующие рабочие инструменты, которые используют непродолжительное время, так и рабочие инструменты с менее сильной вибрацией, но которые используют продолжительное время. Риск поражений возрастает, если работа ведется изношенным или плохо содержащимся инструментом [11,12].

Рабочие места в данной сфере деятельности, при работе на которых имеется самый высокий риск вибрации, связаны с ремонтом и обслуживанием машин и сооружений. Больше всего вибрацию создают ударные и вращающиеся ручные рабочие инструменты, например, используемые для очистки котлов зубила.

В настоящее время для измерений шума и вибрации используют шумомеры и комплекты – измерители шума и вибраций типа ШВ-003, ВШМ-302, ВШМ-20, ШУМ-1М, ШВИЛ-01, ШИН-01.

Литература

1. Определение профессионального риска с помощью методики интегральной оценки условий труда / А. И. Сидоров, А. В. Богданов, Ю. В. Медведева, А. Н. Филиппов. – DOI 10.24000/0409-2961-2021-3-88-93 // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 3. – С. 88-93.

2. Солонщиков, П. Н. Пожаробезопасность зданий и сооружений : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – 52 с.

3. Багаев, Е. А. Способы снижения негативного влияния транспорта на окружающую среду / Е. А. Багаев, А. С. Лебедев, Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : Сборник статей XIX Международной студенческой научной конференции, Киров, 07–09 апреля 2021 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – Том 2. – С. 114-117.

4. Шевченко, А. В. Организация и совершенствование безопасности труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции: в 5-и частях, Киров, 03–04 апреля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 744-748.

5. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : Материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : Сборник научных трудов в 3-х частях, Киров, 29 марта 2023 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – Часть 3. – С. 134-136.

6. Солонщиков, П. Н. Система обучения безопасности и пропаганды охраны труда : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, Р. М. Горбунов. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – 30 с.

7. Сидоров, А. И. Безопасность жизнедеятельности. Теория и практика : учебное пособие / А. И. Сидоров, О. А. Ханжина. – Вологда : Издательство «Инфра-Инженерия», 2024. – 108 с. – ISBN 978-5-9729-1998-7.
8. Шевченко, А. В. Организация труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : Материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : Сборник научных трудов в 3-х частях, Киров, 29 марта 2023 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – Часть 3. – С. 165-167.
9. Головко, М. В. Шум и вибрация как источники профессиональных заболеваний / М. В. Головко, Р. Р. Батманова // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. – 2015. – № 7-2. – С. 127-129.
10. Нечаев, И. Д. Производственный шум и вибрация, методы борьбы / И. Д. Нечаев, И. Д. Чечевицын, А. В. Аксеновский // Наука и Образование. – 2021. – Т. 4, № 2.
11. Егорова, В. С. Шум, вибрация, электростатика как производственные вредности при введении инновационной технологии в птицеводстве в условиях Якутии / В. С. Егорова // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 4 (83). – С. 47-48.
12. Нгуен, К. К. Методика расчета вибрации и шума вентильно-индукторныхдвигателей / К. К. Нгуен // Евразийский научный журнал. – 2016. – № 3. – С. 291-299.

УДК 331.453

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Наймушин Д. А. – ассистент кафедры эксплуатации машин и технологического оборудования ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к управлению рисками в сфере безопасности жизнедеятельности.

Ключевые слова: риск, алгоритм, безопасность

Традиционные подходы к управлению рисками в сфере безопасности жизнедеятельности, сформировавшиеся во второй половине XX века, преимущественно фокусировались на физических опасностях и реактивных мерах, основанных на анализе произошедших инцидентов. Классическая иерархия контролей (устранение, замена, технические средства, административные меры, средства индивидуальной защиты) долгое время служила основным инструментом принятия решений [1].

Однако современные исследования и практика показывают, что традиционные подходы достигли предела эффективности. Несмотря на десятилетия усилий, уровень серьезных травм и смертельных исходов остается стабильно высоким, а традиционные метрики безопасности все чаще признаются не отражающими реальную картину рисков. Сложность современных рисков - от психосоциальных факторов до низкочастотных событий с высокими последствиями и гибридных угроз - требует пересмотра устоявшихся подходов и перехода к интегративным, динамическим системам управления [2,3].

Современные исследования подчеркивают, что риски безопасности различаются в зависимости от идентичности вовлеченных стейкхолдеров - сотрудников, менеджмента, регуляторов, местных сообществ, страховых компаний. Эти риски существенно различаются по восприятию, масштабу и последствиям для разных групп.

Традиционный подход, рассматривающий риск с единственной перспективы, признается неадекватным и потенциально вводящим в заблуждение. Вместо этого

предлагается мультиперспективная оценка рисков, учитывающая взаимодействия между различными точками зрения и строящая совместимые модели. Вторым инновационным направлением выступает гибридная природа анализа - различение рисков, влияющих на благополучие людей, и рисков, затрагивающих оборудование, капитальные активы и окружающую среду [4,5].

Одним из наиболее значимых трендов 2025-2026 годов является признание того, что серьезный вред редко начинается с единичного небезопасного действия. Чаще всего он берет начало в ситуации, когда человек работает в условиях стресса, усталости, эмоционального выгорания или сталкивается с языковыми и когнитивными барьерами [6].

Исследования показывают растущее признание психосоциальных факторов, способствующих риску:

- 71% организаций признают важность контроля условий труда;
- 66% указывают на влияние стресса и нарушений ментального здоровья;
- 60% отмечают роль усталости и когнитивной перегрузки.

Однако признание существенно опережает интеграцию: 89% организаций признают, что человеческие факторы не интегрированы или лишь частично встроены в стратегии безопасности.

Применяя общие положения международных стандартов ИСО серии 31000 с целью внедрения риск-ориентированного подхода разработан алгоритм процесса управления рисками в образовательных организациях высшего образования (ОО ВО), представленный на рисунке 1.

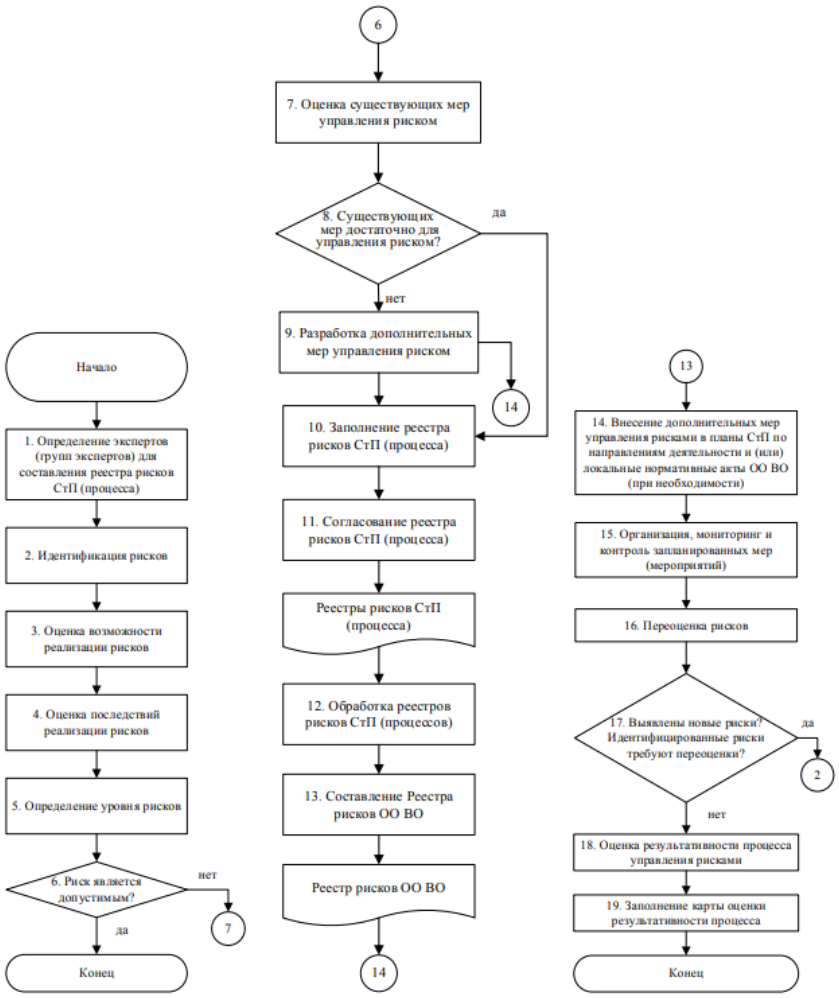


Рисунок 1 – Алгоритм процесса управления рисками в высших учреждениях

Методика управления рисками в общем виде включает следующие основные этапы:

- определение экспертов (групп экспертов) для составления реестра рисков СтП и (или) процесса СПУПС. До начала формирования экспертных групп выбирается форма представления проектов реестров рисков: по СтП в рамках реализуемой ими деятельности или по процессу СПУПС в целом. В качестве экспертов были привлечены начальники СтП ОО ВО, а также наиболее опытные и компетентные сотрудники. Для составления реестров рисков СтП (процессов) формируются группы экспертов, состоящие, как правило, из 2-4 человек;
- идентификация рисков: происходит посредством применения различных групповых методов экспертных оценок;
- разработка мер управления идентифицированными рисками, а также анализ существующих мер в части их достаточности;
- составление реестра рисков образовательных организациях высшего образования на основе полученных на предыдущих этапах данных;
- мониторинг процесса. Для достижения конечной цели процесса управление рисками должно осуществляться на постоянной основе; данный принцип реализован на этапах 15-17 алгоритма процесса управления рисками в ОО ВО, и заключается в ежегодной идентификации, анализе и переоценке (при необходимости) рисков ОО ВО [7,8,9].

Методика устанавливает требования к процессу управления рисками, включая процедуры идентификации рисков и оценки результативности мероприятий по снижению рисков.

Литература

1. Солонщиков, П. Н. Анализ производственного травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Кировской области / П. Н. Солонщиков, О. В. Солонщикова // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы XVII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 05 февраля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 192-194.

2. Шевченко, А. В. Организация труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : Материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : Сборник научных трудов в 3-х частях, Киров, 29 марта 2023 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – Часть 3. – С. 165-167.

3. Шевченко, А. В. Организация и совершенствование безопасности труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции: в 5-и частях, Киров, 03–04 апреля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 744-748.

4. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : Материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : Сборник научных трудов в 3-х частях, Киров, 29 марта 2023 года. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – Часть 3. – С. 134-136.

5. Сидоров, А. И. Безопасность жизнедеятельности. Теория и практика : учебное пособие / А. И. Сидоров, О. А. Ханжина. – Вологда : Издательство «Инфра-Инженерия», 2024. – 108 с. – ISBN 978-5-9729-1998-7.

6. Сидоров, А. И. Развитие системы оценки условий труда в истории нашего государства / А. И. Сидоров, А. А. Кривая // Безопасность жизнедеятельности в третьем тысячелетии : сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, Челябинск, 02–03 октября 2024 года. – Челябинск : Южно-Уральский государственный университет, 2024. – С. 84-87.

7. Багаев, Е. А. Способы снижения негативного влияния транспорта на окружающую среду / Е. А. Багаев, А. С. Лебедев, Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : Сборник статей XIX Международной студенческой научной конференции, Киров, 07–09 апреля 2021 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – Том 2. – С. 114-117.
8. Солонщиков, П. Н. Система обучения безопасности и пропаганды охраны труда : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, Р. М. Горбунов. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – 30 с.
9. Солонщиков, П. Н. Интегральная оценка тяжести труда, как один из методов прогнозирования несчастных случаев на предприятии / П. Н. Солонщиков // Advanced Science. – 2017. – № 2 (6). – С. 35.

УДК 004.94

ОПИСАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ ДЕТАЛИЗАЦИИ 3D-МОДЕЛИ В ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Пилип П. А. – магистрант 2 курса передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг», системный и цифровой инжиниринг в высокотехнологичных отраслях промышленности
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье рассматривается имитационная модель метода адаптивной оптимизации детализации трехмерных полигональных моделей. Предлагаемый подход основан на комбинации адаптивного разбиения сетки на основе локальной кривизны поверхности, свертывании ребер с минимизацией квадратичной ошибки и сохранении граничных атрибутов. Модель реализована в среде Unity с использованием платформы OpenXR и предназначена для использования в VR-лабораториях.

Ключевые слова: оптимизация 3D-моделей, уровни детализации (LOD), имитационное моделирование, виртуальная реальность, Unity, OpenXR

Современные VR-лаборатории предъявляют высокие требования к детализации трехмерных сцен и к производительности рендеринга. Высокополигональные модели, необходимые для точной визуализации сложных технических объектов (промышленных установок, измерительных приборов, авиационных тренажеров), насчитывают миллионы полигонов, что создает значительную нагрузку на графический процессор и снижает частоту кадров в интерактивном режиме. Одним из наиболее эффективных способов решения этой проблемы является использование уровней детализации (Level of Detail, LOD) [1, 4]. Суть подхода заключается в замене высокодетализированной модели на более простую геометрическую. Традиционные методы генерации LOD-уровней, встроенные в современные игровые движки (Unity, Unigine), используют преимущественно равномерное прореживание полигонов, что приводит к потере важных геометрических особенностей (острых ребер, изгибов, локальных выступов) и появлению визуальных артефактов на упрощенных моделях 2, 6].

Целью данной работы является разработка и описание имитационной модели адаптивного метода оптимизации детализации 3D-моделей с сохранением достаточной производительности оборудования.

Материалы и методы исследования. Модель реализована в среде Unity с использованием платформы OpenXR и предназначена для использования в VR-лабораториях.

Результаты исследования. Представленная на рисунке блок-схема описывает пошаговый алгоритм кластеризации вершин для генерации упрощенных уровней детализации (LOD) 3D-модели. Алгоритм основан на адаптивном разбиении пространства на ячейки и последующем

слиянии вершин в кластеры с учетом геометрических и текстурных характеристик. Блок-схема построена по принципу последовательной обработки с обратными связями.

В имитационной модели заявлены следующие ключевые механизмы: адаптивное разбиение на основе кривизны, кластеризация вершин и сохранение граничных атрибутов (UV-швов, нормалей, границ). Достоинствами алгоритма являются адаптивность для сохранения мелких деталей, учет геометрии, текстуры и топологии, модульность, поддержка нескольких LOD. Разработанная архитектура имитационной модели включает модули анализа геометрии, планировщика свертываний, генератора LOD-уровней и валидатора качества, реализованные в среде Unity с поддержкой VR через OpenXR. Описанная методология имитационного эксперимента позволяет провести количественное сравнение предложенного метода с эталонными аналогами по ряду объективных метрик [3, 5, 7].

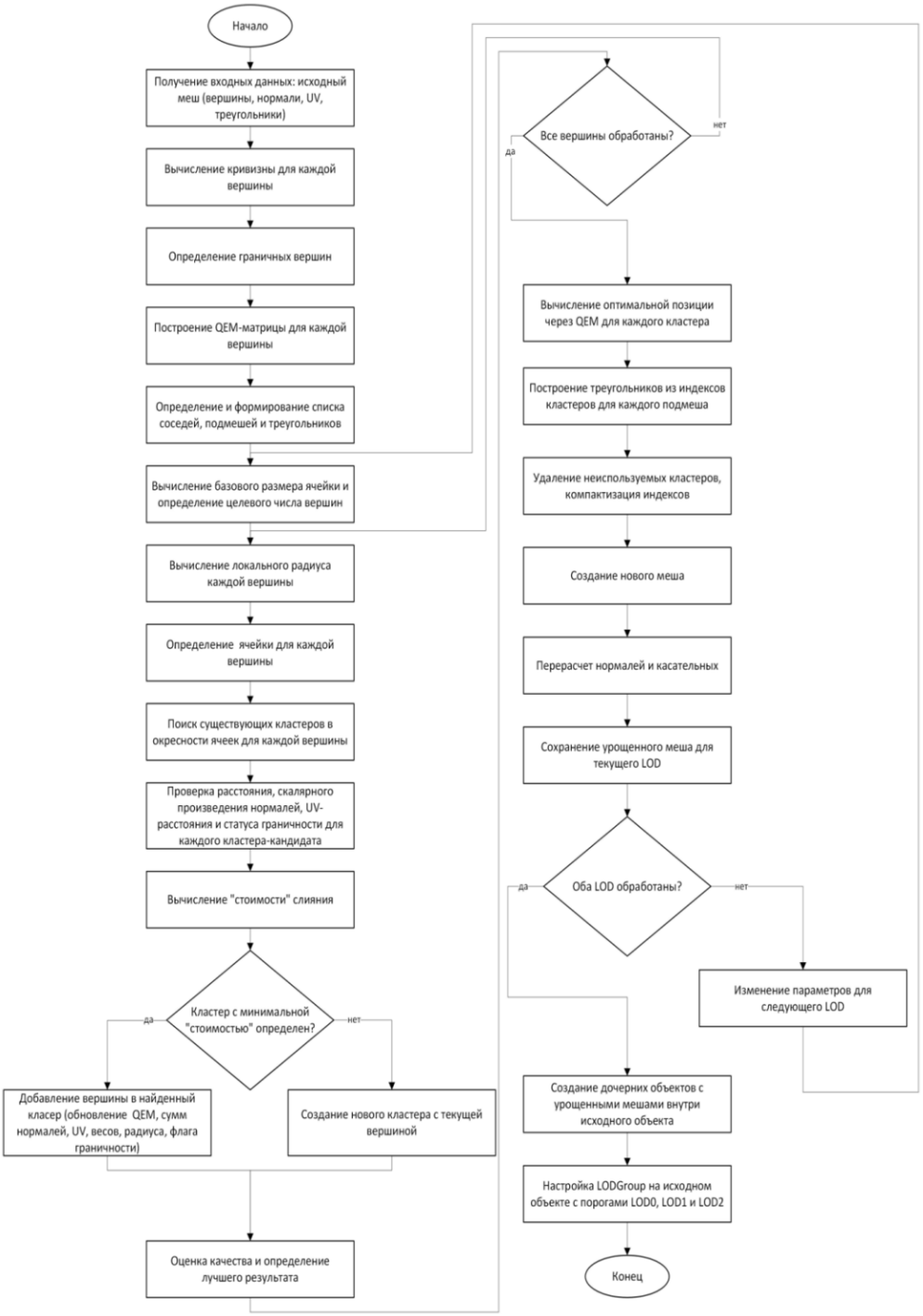


Рисунок 1 – Блок-схема основного цикла кластеризации

Заключение. В работе представлено описание имитационной модели метода адаптивной оптимизации детализации 3D-моделей, объединяющей совместное использование трех ключевых механизмов. В отличие от существующих встроенных методов оптимизации, предлагаемый подход обеспечивает сохранение геометрических особенностей и текстурного качества при значительном сокращении полигональной сложности и приемлемую нагрузку на производительность оборудования.

В качестве перспектив дальнейших исследований рассматриваются интеграция методов машинного обучения для автоматического подбора оптимальных коэффициентов сокращения при использовании на различных классах моделей, поддержке динамического LOD в реальном времени с применением GPU-вычислений, адаптации метода для мобильных VR-устройств с жесткими ограничениями по энергопотреблению.

Разработанная имитационная модель может быть рекомендована к использованию в VR-лабораториях для автоматической оптимизации 3D-моделей сложного промышленного оборудования.

Литература

1. Виртуальные лаборатории: революция в современном образовании. – URL: https://svetak.ru/blog/virtualnye-laboratorii-revolyutsiya-v-sovremennom-obrazovanii (дата обращения: 05.04.2026).

2. Пилип, П. А. Оптимизация процесса обучения в виртуальных лабораториях в зависимости от уровня детализации 3D-моделей // Управление инновациями в условиях цифровой трансформации : сборник трудов IV Всероссийской студенческой учебно-научной конференции. – Санкт-Петербург : Политех-пресс, 2025. – С. 116-120. – DOI 10.18720/SPBPU/2/id25-292.

3. Пилип, П. А. Особенности создания трехмерной модели Man TGX (2021) для виртуальных лабораторий с использованием программного обеспечения Blender // Знания молодых: наука, практика и инновации : материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. – С. 67-69.

4. Li, Y. A Case of 3D Virtual Laboratory Design Implementation and Evaluation Based on Unity3D Engine // Journal of Physics: Conference Series. – 2025. – Vol. 2, № 3. – P. 1-12.

5. Potręć, M. Analysis of performance optimization methods for 3D games in the Unity environment // Journal of Computer Sciences Institute. – 2025. – Vol. 37. – P. 431-435.

6. Kusuma, A. P. B. Comparative Analysis of Occlusion Culling & LOD Group Optimization Techniques in Mahakarya Vokasi VR Game with Oculus Quest 2 VR Device // Journal of Applied Multimedia and Networking. – 2025. – Vol. 8, No. 2. – P. 1-12.

7. Oksanen, M. Optimization for VR: bachelor's thesis. Turku: Turku University of Applied Sciences, 2022. – 44 p. – URL: https://www.theseus.fi/handle/10024/788282 (дата обращения: 05.04.2026).

УДК 004.9:631

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЕТАЛИЗАЦИИ ОБЪЕМНЫХ 3D МОДЕЛЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Пилип П. А.[1] – магистрант 1 курса передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг», системный и цифровой инжиниринг в высокотехнологичных отраслях промышленности
Пилип Л. В.[2] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1]ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

[2]ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются активные (лазерное сканирование, ToF-камеры, структурированный свет) и пассивные (фотограмметрия) методы съемки, а также передовые подходы на основе технологий глубинного обучения. Проведен сравнительный анализ точности, стоимости и областей применения данных методов. Особое внимание уделено вопросам интеграции геометрических и спектральных данных для мониторинга состояния посевов и использованию полученных моделей в виртуальных симуляционных средах для обучения сельскохозяйственных роботов.

Ключевые слова: 3D-моделирование, фотограмметрия, лазерное сканирование, цифровое фенотипирование, виртуальная среда, нейронные поля излучения

Введение. Современное сельское хозяйство сталкивается с проблемой продовольственной безопасности, связанной с увеличением численности населения и изменением климата [1, 3]. Ежегодно мировая экономика существенно изменяется и, как следствие, появляется необходимость формирования прорывных решений и технологий для внедрения платформы по долгосрочному перспективному развитию АПК [2]. Центральное место в этом процессе занимает цифровое фенотипирование, подразумевающее количественную оценку морфологических и физиологических признаков растений [6, 7]. Традиционные двумерные методы анализа изображений часто не способны передать сложную пространственную структуру растений, что приводит к потере значимой информации.

В связи с этим, разработка и применение методов высокодетализированного трехмерного моделирования растительных объектов становится критически важной задачей [5, 6]. Точные 3D-модели служат основой для автоматизированного фенотипирования (измерения ключевых параметров роста и развития растений), мониторинга фитосанитарного состояния (выявления очагов заболеваний или водного стресса на ранних стадиях), создания симуляционных сред (для обучения и тестирования алгоритмов автономных сельскохозяйственных роботов в условиях, максимально приближенных к реальным, без риска для посевов) [4, 7].

Целью данной работы явилась систематизация и сравнительный анализ существующих методов детализации трехмерных моделей в аграрном производстве, определение их преимуществ, недостатков и наиболее перспективных направлений развития.

Материалы и методы. Для написания обзора использовались научные публикации отечественных и зарубежных авторов. Применялись методы анализа, синтеза и систематизации информации.

Результаты исследования. Все многообразие методов получения 3D данных о растениях можно разделить на три основные категории: активные, пассивные и методы на основе искусственного интеллекта.

Активные методы основаны на регистрации отраженного от объекта сигнала, что обеспечивает высокую точность измерений независимо от внешнего освещения. К ним относят лазерное сканирование (LiDAR), Time-of-Flight камеры и структурированный свет. В зависимости от платформы размещения различают наземное лазерное сканирование или TLS (используется для создания эталонных моделей отдельных растений или небольших делянок благодаря статичности и максимальной детализации), мобильное лазерное сканирование или MLS (размещается на мобильных платформах, таких как роботы, агротракторы, позволяя сканировать большие площади в динамике) и воздушное лазерное сканирование или ALS (используется для крупномасштабного картирования полей и оценки высоты полога посевов с беспилотных летательных аппаратов).

Time-of-Flight камеры измеряют время прохождения светового сигнала, они обеспечивают высокую частоту кадров, что идеально для динамических задач, но уступают лазерному сканированию в разрешающей способности.

Структурированный свет позволяет получать высокоточные модели объектов со сложной геометрией, но чувствителен к внешней засветке, что ограничивает его применение в полевых условиях.

Пассивные методы используют только естественное освещение и стандартные цифровые камеры, что делает их наиболее доступными. Фотограмметрия или метод восстановления 3D-структуры по серии перекрывающихся фотографий основан на том, что алгоритм автоматически находит общие точки на снимках и рассчитывает положение камеры. Фотограмметрия позволяют получать модели высокого качества, причем их преимуществом является низкая стоимость оборудования.

Методы глубинного обучения позволяют достичь фотореалистичности и преодолеть ограничения классических подходов, такие как сложность моделирования полупрозрачных объектов (листьев) и областей с самоперекрытием.

Нейронные поля излучения и 3D Gaussian Splatting используют нейросети на основе небольшого набора 2D-изображений. Они способны моделировать сложные эффекты освещения и текстуры, создавая фотореалистичную объемную модель. 3D Gaussian Splatting/, в отличие от нейронных полей излучения, обеспечивает более быструю визуализацию, что важно для интерактивных приложений в VR среде. Сравнительная характеристика рассмотренных методов представлена в таблице.

Таблица 1 – Сравнение методов 3D-детализации в сельском хозяйстве

Характеристика метода	Наземное лазерное сканирование	Мобильное лазерное сканирование	Структурированный свет	Фотограмметрия	Нейронные поля излучения
Точность	очень высокая	высокая	средняя / высокая	средняя / высокая	высокая (визуально)
Стоимость оборудования	высокая	высокая	средняя	низкая	низкая (только камера)
Скорость съемки	низкая	высокая	очень высокая	средняя	высокая (визуализация)
Чувствительность к условиям	низкая	низкая	высокая	средняя	средняя
Основное применение	эталонные модели, детальный анализ	картирование полей, фенотипирование в динамике	навигация роботов, сканирование плодов	доступное 3D-моделирование, НИР	создание симуляторов, VR/AR приложения

Высоко детализированные 3D-модели служат основой для решения широкого круга прикладных задач в агрономии. Так, цифровое фенотипирование (автоматическое извлечение данных о высоте растения, объеме кроны, индексе листовой поверхности, угле наклона листьев) важны для селекционных программ и оценки влияния агротехнических приемов. Мультисенсорный анализ позволяет накладывать информацию о химическом составе (содержание хлорофилла, азота, влаги) на трехмерную структуру растения, что дает возможность точно локализовать участки, пораженные болезнью или испытывающие стресс. Симуляция и робототехника демонстрируют возможность переноса реалистичных 3D-моделей растений в VR среды. В таких симуляторах можно безопасно и масштабируемо обучать нейросети управления сельскохозяйственных роботов для обнаружения плодов или оценки их спелости.

Заключение. Проведенный анализ показывает, что в настоящее время не существует универсального метода детализации 3D-моделей для сельского хозяйства. Выбор технологии зависит от конкретной задачи: требуемой точности, масштаба съемки и доступного бюджета. Лазерное сканирование остается эталоном для получения метрически точных данных, фотограмметрия – наиболее доступным инструментом, а методы глубинного обучения открывают новые возможности для создания фотореалистичных симуляционных сред.

Перспективы развития связаны с дальнейшей интеграцией методов компьютерного зрения и глубокого обучения, что позволит перейти от простого геометрического описания растений к их полному цифровому двойнику, отражающему как морфологию, так и физиологическое состояние в каждый момент времени.

Литература

1. Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы : Коллективная монография. В 2 частях / К. Амброжы-Дереговска, С. Д. Андреева, М. В. Базылев [и др.]. Том Часть 2. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – 430 с.

2. Кузнецов, П. Н. Системы автоматизированного проектирования в агроинженерии / П. Н. Кузнецов, И. П. Кузнецов // Наука и Образование. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 121-125.

3. Пилип, Л. В. Экологическая проблема отрасли свиноводства / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина // Аграрная наука - сельскому хозяйству : Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. – Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2019. – С. 193-196.

4. Пилип, П. А. Оптимизация процесса обучения в виртуальных лабораториях в зависимости от уровня детализации 3D-моделей / П. А. Пилип // Управление инновациями в условиях цифровой трансформации : Сборник трудов IV Всероссийской студенческой учебно-научной конференции. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. – С. 116-120. – DOI 10.18720/SPBPU/2/id25-292.

5. Пилип, П. А. Особенности создания трехмерной модели Man tgx (2021) для виртуальных лабораторий с использованием программного обеспечения Blender / П. А. Пилип // Знания молодых: наука, практика и инновации : Материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. – С. 67-69.

6. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.09.2022 № 2567-р. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209120021 (дата обращения 09.03.2026).

7. Li, S. Review of Optical-Based Three-Dimensional Reconstruction and Multi-Source Fusion for Plant Phenotyping / S. Li, Z. Cui, J. A. Yang. – DOI: 10.3390/s25113401 // Sensors. – 2025. – № 25 (11). – P. 3401-3415.

8. Verma, M. K. 3D LiDAR-Based Techniques and Cost-Effective Measures for Precision Agriculture: A Review / M. K. Verma, M. Yadav. – DOI:10.32604/rig.2025.069914 // Revue Internationale de Géomatique. – 2025. – № 34. – P. 855-879.

УДК 621.311.1

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ РАЗНОГО ТИПА

Толстоухова И. А. – аспирант 3 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Солонщиков П. Н., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследования фактического среднемесячного электропотребления с усреднением на 1 квартиру, для жилых многоквартирных домов.

Ключевые слова: электропотребление, среднемесячное потребление, многоквартирные дома

Проектирование системы электроснабжения домов, подбор кабелей и выбор аппаратов защиты для многоквартирных домов (МКД) до настоящего времени опираются на устаревшие нормативы, которые отражены в СНиП, они устанавливают показатели мощности на квадратный метр или квартиру, которые уже давно не соответствуют действительной реальности.

На сегодняшний день абсолютно в каждой квартире появилось множество мощных приборов таких как кондиционеры, посудомоечные машины и различная «умная» техника. Так же, в домах с плохой теплоизоляцией жители часто используют обогреватели, что резко увеличивает расход электричества. В результате фактические нагрузки на сеть стали намного выше тех, на которые она была рассчитана по старых нормам [1,2].

Проводка и оборудование работают с постоянной перегрузкой, перегреваются, их срок службы сокращается, а риск возникновения пожара возрастает. Поэтому сегодня особенно важно перейти от устаревших теоретических расчетов к анализу реальных данных.

Цель исследования в нашей работе – проанализировать сколько электроэнергии в среднем тратит одна квартира в месяц в разных типах домов, и понять, от чего в первую очередь зависит это потребление.

Исследование проводилось на выборке из 5 жилых МКД г. Киров.

Таблица 1 – Данные рассматриваемых коммунально-бытовых потребителей

№	Место нахождения	Территориальная расположенность	Всего квартир
1	г. Киров	Комсомольская 89	160
2	г. Киров	Строителей 9А	100
3	г. Киров	Лебяжская 19	150
4	г. Киров	Маклина 46	70
5	г. Киров	Ивана Попова 64	847

График среднегодового электропотребления с усреднением на 1 квартиру представлен на рис. 1.

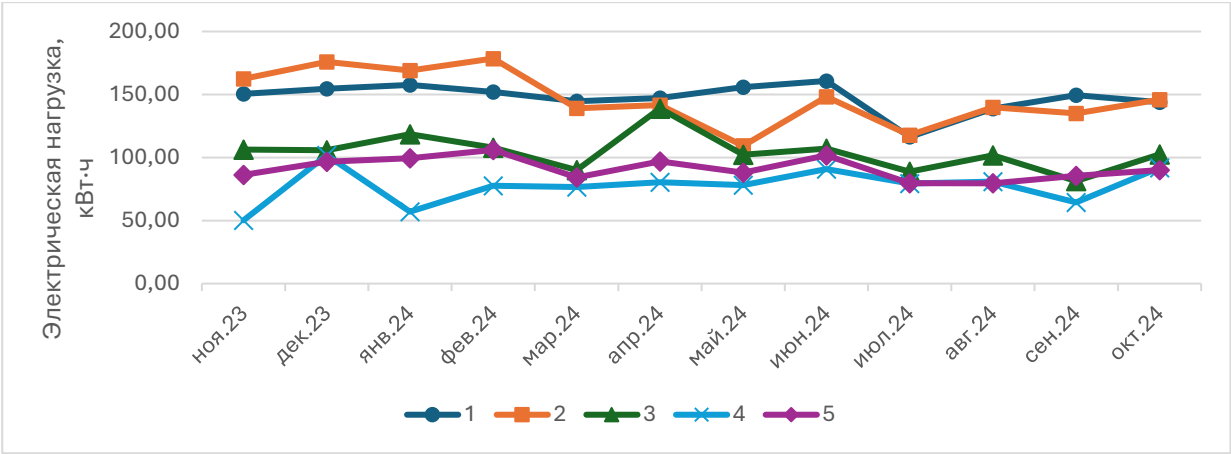


Рисунок 1 – Среднегодовое электропотребление с усреднением на 1 квартиру рассматриваемых коммунально-бытовых потребителей

Первый объект, который мы рассмотрим находится по адресу г. Киров улица Комсомольская 89. Это многоквартирный жилой дом 1992 года постройки имеет 10 этажей, в доме 160 квартир, тип дома – панельный, тип перекрытий - железобетонные сборные плиты [6,7]. Среднемесячное электропотребление представлено на рис. 2.

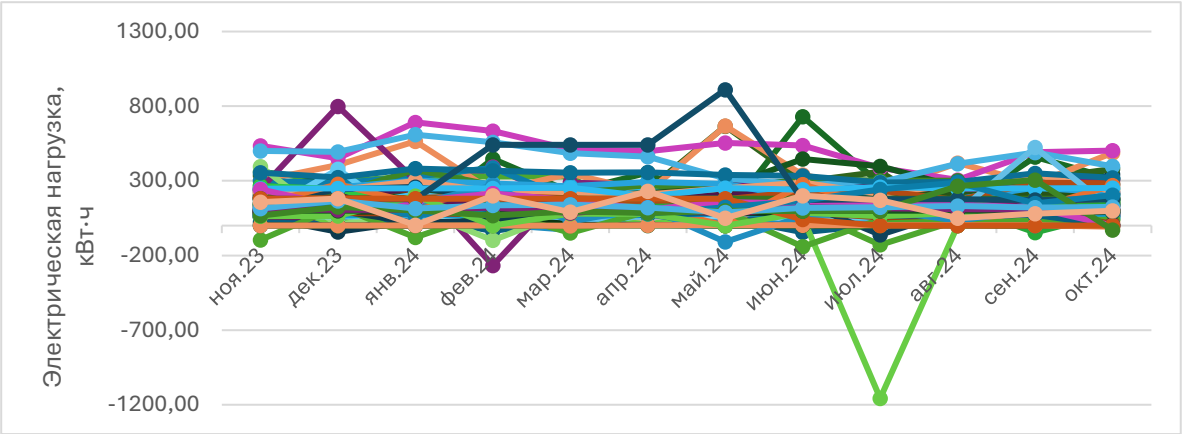


Рисунок 2 – Среднемесячное электропотребление с усреднением на 1 квартиру за период 2023-2024 гг. (ул. Комсомольская 89)

Анализируя данный график по электропотреблению квартир за период с ноября 2023 по октябрь 2024 года, можно вычислить средние значения потребления по всем квартирам за каждый месяц, результаты представлены на рис.1.

Исследуя данные показатели, можно сделать вывод что среднее электропотребление на квартиру приходится около 150 кВт·ч/месяц, что типично для квартир без электрического отопления. Общее потребление дома составит 144000 кВт·ч/год. Пиковая нагрузка приходится на июнь 160,75 кВт·ч возможно это связанно с началом лета и использованием кондиционера. Спады наблюдаются в августе (138,88 кВт·ч) возможно снижается спрос на охлаждение воздуха или из-за отъезда жильцов в отпуска. В зимние месяцы электрическая нагрузка показывает относительно высокое потребление (154-157 кВт·ч), это объяснимо использованием отопления и освещением. Весной наблюдается спад электропотребления это может быть связанно с уменьшением отопительной нагрузки [3,4,5].

Электропотребление в доме носит сезонный характер, с пиками в зимние и летние месяцы. Разница потребления электроэнергии между квартирами значительна, это может быть связано с многими факторами такими как разное количество проживающих, наличие энергоёмкого оборудования, разная степень энергоэффективности.

Объекты исследования №2,3,5 по потреблению имеют схожие показания с объектом №1 имеются небольшие отклонения в усредненном электропотреблении, не превышающие 10%.

Исследуемый объект №4 расположенный по адресу г. Киров Маклина 46. Здание 1974 года постройки, имеет 5 этажей, всего квартир 70, тип дома - кирпичный, тип перекрытий – железобетонные.

Среднемесячное электропотребление представлено на рис. 3.

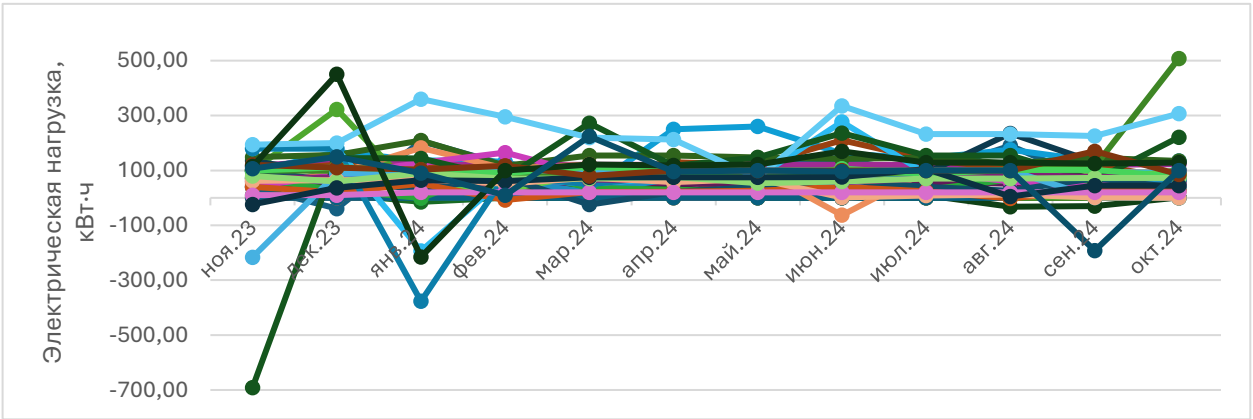


Рисунок 3 – Среднемесячное электропотребление с усреднением на 1 квартиру за период 2023-2024 гг. (ул. Маклина 46)

Анализируя график можно сделать вывод, что разброс электропотребления в данном МКД очень велик от 10 кВт·ч до 350+ кВт·ч в месяц. Это говорит о сильной неоднородности, которая может проявляться из-за разного метража и планировки квартир, разного количества проживающих или наличие энергоёмкого оборудования. Исследуемый объект демонстрирует типичную для старого жилого фонда картину разнородного электропотребления с признаками периодических учетных корректировок [8,9].

Проведённые исследования позволяют на данном этапе дать возможность прогнозирования потребления электроэнергии, которая как следствие может увеличить износ проводки.

Литература

1. Таваров, С. Ш. Соответствие фактического электропотребления величине удельной нагрузки и его влияние на режимные параметры распределительной электрической сети / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, А. Б. Святых // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 532-535.

2. Метод прогнозирования и расчёта электрической нагрузки коммунально-бытовых потребителей в условиях неопределённости / С. Ш. Таваров, А. И. Сидоров, И. Ф. Суворов, А. Б. Святых // iPolytech Journal. – 2023. – Т. 27, № 3. – С. 565-573.

3. Сидоров, А. И. Моделирование электрической нагрузки с учетом внешних факторов / А. И. Сидоров, С. Ш. Таваров, А. Б. Святых // Релейная защита и автоматизация. – 2022. – № 3 (48). – С. 64-67.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025688985 Российская Федерация. Программа прогнозирования месячного электропотребления многоквартирных жилых домов : заявл. 14.10.2025 : опубл. 23.10.2025 / С. Ш. Таваров, Н. Д. Пономарев, А. И. Сидоров ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет ».

5. Шевченко, А. В. Организация и совершенствование безопасности труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Знания молодых – будущее России : материалы XXII Международной студенческой научной конференции: в 5-и частях, Киров, 03–04 апреля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 744-748.

6. Багаев, Е. А. Способы снижения негативного влияния транспорта на окружающую среду / Е. А. Багаев, А. С. Лебедев, Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : Сборник статей XIX Международной студенческой научной конференции, Киров, 07–09 апреля 2021 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – Том 2. – С. 114-117.

7. Солонщиков, П. Н. Пожаробезопасность зданий и сооружений : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – 52 с.

8. Толстоухова, И. А. Требования безопасности при обслуживании животных / И. А. Толстоухова // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : Материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : Сборник научных трудов в 3-х частях, Киров, 29 марта 2023 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – Часть 3. – С. 134-136.

9. Кошурников, Д. Н. Анализ производственного травматизма по Кировской области за ряд последних лет / Д. Н. Кошурников, Е. В. Косолапов // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы IV Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" :

сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2011 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – Выпуск 12. – С. 57-59.

УДК 614.84

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АНАЛИЗЕ ДАННЫХ С ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЛОЖНЫХ СРАБАТЫВАНИЙ

Толстоухова И. А. – аспирант 3 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Солонщиков П. Н., канд. техн. наук., доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается применение технологий искусственного интеллекта (ИИ), в частности методов машинного и глубокого обучения, для анализа данных с пожарных извещателей.

Ключевые слова: извещатель, датчик, искусственный интеллект, пожарная безопасность

Проблема ложных срабатываний пожарной сигнализации остается одним из главных вызовов в области обеспечения безопасности. Высокий уровень ложных тревог не только наносит экономический ущерб, но и приводит к эффекту «крика волка», когда люди перестают реагировать на сигналы опасности.

Традиционные системы пожарной сигнализации, основанные на пороговых датчиках, десятилетиями защищают жизнь и имущество людей. Однако их главный недостаток - уязвимость к ложным срабатываниям. Пар от горячего душа, сигаретный дым или строительная пыль могут быть ошибочно идентифицированы как пожар. Согласно исследованиям, даже одна ложная тревога может снизить уровень страха перед опасностью у людей до 50%, а после трех-четырех ложных срабатываний доверие к системе может быть утеряно полностью.

Современные исследования в области пожарной безопасности смещаются от простых пороговых алгоритмов к сложным системам на базе ИИ. Условно их можно разделить на два основных направления: сенсорный анализ и видеоаналитика [1,2].

Классические датчики дыма реагируют на физические изменения в камере детектора. Однако они не способны отличить дым от тлеющей бумаги от пара от увлажнителя воздуха. Решением становится использование массивов газовых сенсоров в сочетании с нейросетями. К ним относят:

- Электронные носы (E-nose). Каждый датчик уникально реагирует на различные газы, преобразуя эти сигналы в совокупный электрический сигнал. Затем эти выходные данные анализируются с использованием методов распознавания образов, генерирующих различные сигнатуры для каждого газа.
- Системы для пространственно-временного мониторинга газов. Искусственная нейронная сеть анализирует данные датчиков в режиме реального времени, основываясь на оптимизированном размещении датчиков для обеспечения охвата и эффективности работы.
- Системы для диагностики выдыхаемого газа. Нейронные сети используются для анализа данных, полученных от массива газовых датчиков, в неинвазивной системе диагностики.

В задачах обнаружения аномалий во временных рядах широко применяются различные архитектуры нейронных сетей:

Полносвязные сети (MLP) – классический вариант нейросетей, где каждый нейрон соединён со всеми нейронами следующего слоя. Используется для обработки данных фиксированной размерности, но плохо учитывает временную зависимость [3].

Свёрточные нейронные сети (CNN) – применяются для выявления локальных паттернов в данных, что позволяет эффективно обнаруживать короткие аномальные отклонения. Однако CNN не анализируют долгосрочные временные зависимости.

Рекуррентные сети (RNN) – специально разработаны для моделирования последовательностей, так как состояние сети обновляется на основе предшествующих значений. Однако стандартные RNN страдают проблемой исчезающего градиента, что затрудняет работу с длинными зависимостями.

Long Short-Term Memory (LSTM) и Gated Recurrent Units (GRU) – улучшенные версии RNN, которые используют механизмы «долгой» и «короткой» памяти. Эти сети способны обрабатывать длинные временные зависимости и являются одними из самых популярных решений в задачах детекции аномалий [4,5].

Существует несколько распространённых нейросетевых подходов к анализу аномалий:

Автоэнкодеры (Autoencoders, AE) – обучаются восстанавливать нормальные данные, а сильные расхождения между входными и восстановленными значениями указывают на аномалии.

Генеративно-состязательные сети (GANs) – могут обучаться на нормальных данных и выявлять аномалии по степени отличия от синтетически сгенерированных образцов.

LSTM для предсказания временных рядов – сеть обучается предсказывать следующее значение, а значительные отклонения от прогноза могут рассматриваться как аномалии.

Комбинированные архитектуры (CNN + LSTM, Transformer-based) – используют преимущества CNN (локальные закономерности) и LSTM (долгосрочные зависимости) для более точного обнаружения аномалий [6,7].

Таблица 1 – Нейросетевые методы обработки сигналов пожарных извещателей

Подход	Преимущества	Недостатки
Классические методы (SVM, Isolation Forest, PCA)	Простота, высокая интерпретируемость, малые вычислительные затраты	Ограниченная способность выявлять сложные закономерности
MLP	Простота в реализации, хорошая работа на стационарных данных	Не учитывает временную структуру
CNN	Эффективность при анализе локальных аномалий	Плохо моделирует длинные временные зависимости
LSTM/GRU	Отлично выявляет аномалии с учётом временной зависимости	Требует больших вычислительных ресурсов, сложность настройки
AE/GAN	Хорошо подходит для безметочного обучения, работает на многомерных данных	Чувствительность к выбору гиперпараметров, необходимость большого объёма данных

Таким образом, нейросетевые методы превосходят классические алгоритмы в выявлении сложных зависимостей, но требуют больше данных, вычислительных мощностей и правильной настройки. Выбор конкретной архитектуры зависит от типа данных, требований к точности и интерпретируемости результатов.

Параллельно развивается направление видеоаналитики. Исследователи Нью-Йоркского университета (NYU Tandon) разработали систему, которая превращает обычные камеры видеонаблюдения в детекторы огня и дыма. Система использует ансамбль моделей глубокого обучения, включая Scaled-YOLOv4 и EfficientDet.

Ключевая проблема видеоаналитики - ложные срабатывания на объекты, похожие по цвету на огонь (красные автомобили, закаты, рекламные щиты). Для её решения применены два механизма:

1. Многофакторное согласование: Тревога генерируется только при совпадении результатов от нескольких независимых нейросетей.

2. Временной трекинг: Анализируется динамика изменения объекта в последовательности кадров. Настоящий огонь мерцает, движется и меняет форму, в то время как статичный объект остается неизменным.

Благодаря этому точность определения пожаров достигла 80.6%, а скорость обработки одного кадра составляет всего 0.016 секунды. Это позволяет выиграть критически важные минуты для эвакуации на ранней стадии возгорания, когда традиционные детекторы еще не сработали [8,9,10].

Применение искусственного интеллекта в анализе данных с пожарных извещателей знаменует переход от «глухих» пороговых устройств к интеллектуальным, адаптивным системам безопасности. Современные нейросетевые модели способны:

- Анализировать химический состав аэрозолей, отличая пожар от пара или табачного дыма.
- Анализировать видеопоток, игнорируя визуальные помехи и фокусируясь на динамике реального пламени.
- Адаптироваться к условиям конкретного здания, до обучаясь на новых данных без полной замены оборудования.
- Динамически выбирать наилучший алгоритм анализа в зависимости от текущей ситуации.

Внедрение этих технологий позволяет снизить уровень ложных срабатываний до нуля в ряде сценариев, сохраняя при этом абсолютную чувствительность к реальной угрозе. Это возвращает доверие людей к системам пожарной сигнализации, что в критический момент может спасти жизни.

Литература

1. Мелькумов, В. Н. Пожарная безопасность взрывоопасных помещений / В. Н. Мелькумов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2008. – № 2 (10). – С. 178-183.

2. Ильин, А. Н. Пожарная безопасность в жилом секторе: проблемы и пути их решения / А. Н. Ильин // Проблемы анализа риска. – 2011. – Т. 8, № 3. – С. 62-67.

3. Шевченко, А. В. Организация труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : Материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : Сборник научных трудов в 3-х частях, Киров, 29 марта 2023 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – Часть 3. – С. 165-167.

4. Николаева, В. М. Система охранно-пожарной сигнализации / В. М. Николаева, С. С. Данилова // Аллея науки. – 2018. – Т. 7, № 11 (27). – С. 3-7.

5. Солдаткин, А. В. Адресно-аналоговая система автоматической пожарной сигнализации зданий с массовым пребыванием людей / А. В. Солдаткин // Студенческий. – 2024. – № 32-1 (286). – С. 19-21.

6. Тимофеев, Д. В. Адресно-аналоговая система пожарной сигнализации как элемент системы обеспечения пожарной безопасности ТРК / Д. В. Тимофеев // Матрица научного познания. – 2024. – № 6-1. – С. 31-33.

7. Кицак, А. И. Система пожарной сигнализации с повышенной устойчивостью к воздействию электромагнитных помех / А. И. Кицак, В. Е. Поляков, Д. Л. Есипович // Bezpieczenstwo i Technika Pozarnicza. – 2011. – Т. 22, № 2. – С. 71-74.

8. Тукан, Е. И. Система пожарной сигнализации / Е. И. Тукан // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. – 2013. – № 4. – С. 196-203.

9. Солонщиков, П. Н. Пожаробезопасность зданий и сооружений : учебно-методическое пособие / П. Н. Солонщиков, А. М. Мошонкин. – Киров : Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – 52 с.

10. Багаев, Е. А. Способы снижения негативного влияния транспорта на окружающую среду / Е. А. Багаев, А. С. Лебедев, Д. А. Наймушин // Знания молодых – будущее России : Сборник статей XIX Международной студенческой научной конференции, Киров, 07–09 апреля 2021 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – Том 2. – С. 114-117.

УДК 614.84

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Толстоухова И. А. – аспирант 3 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Солонщиков П. Н., канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен всесторонний сравнительный анализ современных систем пожарной сигнализации (СПС), используемых для обеспечения безопасности объектов различного назначения. Рассмотрены три основных архитектурных типа систем: традиционные (пороговые) неадресные, адресные пороговые и адресно-аналоговые.

Ключевые слова: пожарная сигнализация, адресно-аналоговая система, пороговая система, безопасность, пожарный извещатель, сравнительный анализ

Современные требования пожарной безопасности диктуют необходимость применения надежных и точных систем, способных не только своевременно обнаружить возгорание, но и минимизировать ложные срабатывания. Выбор типа системы пожарной сигнализации (СПС) является критическим этапом проектирования, влияющим на безопасность людей и сохранность имущества. Сегодня на рынке представлены три основных типа систем: традиционные (пороговые), адресные и адресно-аналоговые. Кроме того, важным критерием выбора является способ передачи сигнала - проводной или беспроводной (радиоканальный) [1].

Главное различие между системами заключается в том, какой компонент принимает решение о возникновении пожара и какова архитектура связи между устройствами.

В неадресных системах роль «решающего элемента» возложена на сам пожарный извещатель. При достижении определенного порога задымленности или температуры датчик срабатывает, изменяя свои электрические параметры в общем шлейфе. Приемно-контрольный прибор (ПКП) фиксирует только номер шлейфа, но не знает, какой именно извещатель сработал и исправен ли он.

- Достоинства: Низкая стоимость оборудования и относительная простота монтажа. Такие системы допустимы на небольших объектах, где можно быстро обследовать зону контроля.
- Недостатки: Высокая вероятность ложных срабатываний, отсутствие диагностики работоспособности датчиков (проверка возможна лишь раз в полгода при ТО), невозможность точной локализации очага возгорания. Нормы требуют установки минимум двух извещателей в одном помещении для обеспечения достоверности [2].

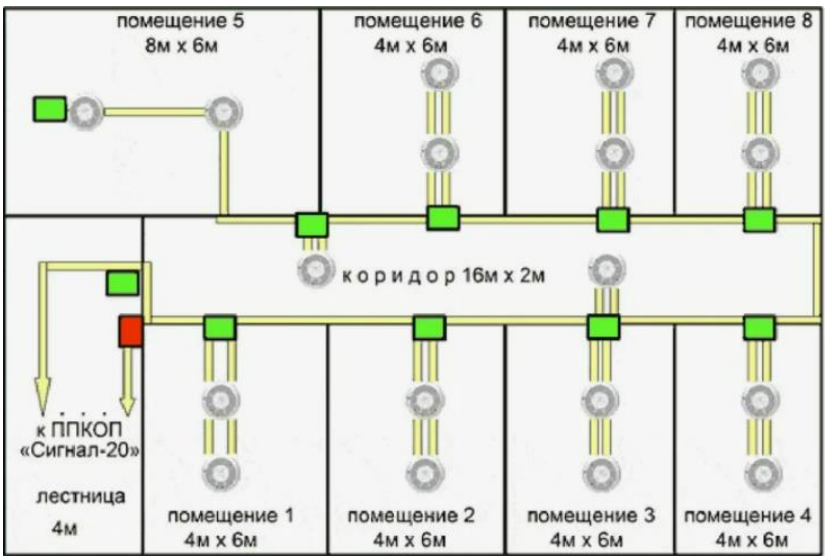


Рисунок 1 – Неадресная пороговая система СПС

Адресные пороговые системы этот тип является переходным этапом эволюции. Каждый извещатель имеет уникальный адрес, что позволяет ПКП точно определить место срабатывания. Однако, как и в предыдущем классе, решение о пожаре принимает сам датчик при достижении порога. Адресные системы делятся на неопросные и опросные.

- Адресные неопросные сохраняют недостаток традиционных систем — отсутствие контроля извещателей. Если датчик сломается или будет снят, ПКП часто фиксирует лишь обрыв шлейфа, не указывая адрес неисправности [3].
- Адресные опросные системы (например, на базе «Леонардо») периодически опрашивают датчики, контролируя их работоспособность. Это позволяет устанавливать один извещатель в помещении вместо двух, а также реализовывать функции автокомпенсации запыленности. Тем не менее, решение о пожаре по-прежнему принимает датчик.

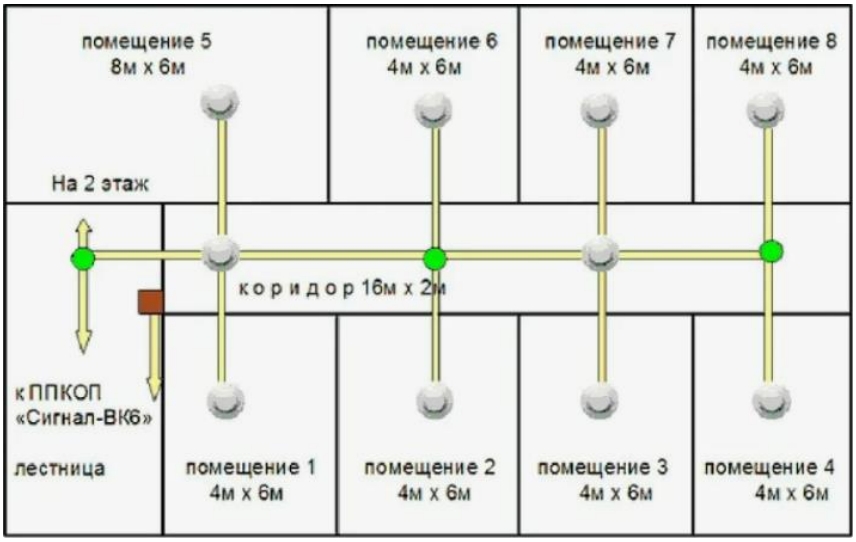


Рисунок 2 – Адресная пороговая система СПС

Адресно-аналоговые системы (ААСПС). Наиболее прогрессивный и технологичный класс систем. Ключевое отличие в том, что извещатель здесь является просто измерителем. Он непрерывно передает на ПКП текущие значения параметров среды (задымленность, температуру) и свой адрес. Приемно-контрольная панель, являющаяся по сути специализированным компьютером, анализирует динамику изменений и сама принимает решение о формировании сигнала «Пожар» или «Предупреждение» [4,5].

Достоинства: Максимальная скорость обнаружения (в 10-100 раз выше пороговых), низкий уровень ложных срабатываний благодаря интеллектуальной фильтрации и анализу трендов, точная локализация, постоянная диагностика состояния датчиков (запыленность, неисправность), гибкая настройка чувствительности под время суток, высокая живучесть благодаря кольцевой архитектуре шлейфов.

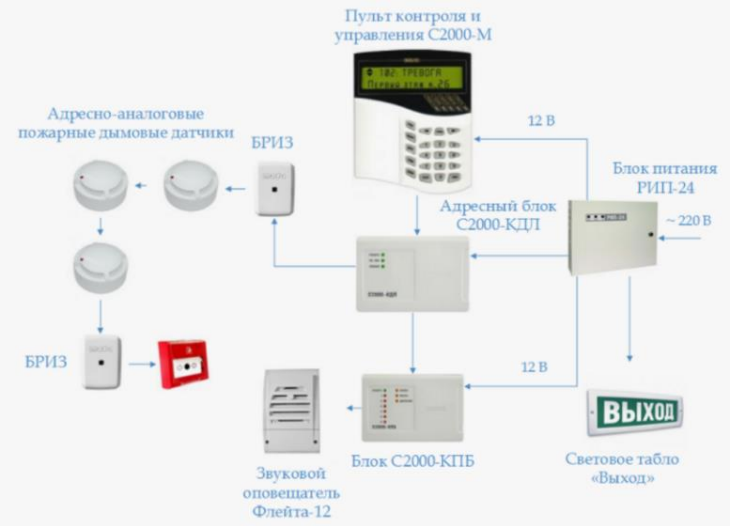


Рисунок 3 – Адресно-аналоговые системы СПС

Помимо архитектуры построения, важным аспектом является выбор физической среды передачи данных. Согласно исследованию РУБЕЖ, проведенному среди проектировщиков, проводные системы остаются безусловным лидером предпочтений, особенно на крупных объектах [6].

- Проводные системы считаются эталоном надежности. Они не зависят от качества радиосигнала и срока службы батарей. Несмотря на более низкую скорость монтажа (что отмечено 89% респондентов как главный недостаток), стоимость оборудования и владения ими оказывается ниже.
- Радиоканальные системы применяются там, где прокладка кабеля невозможна или нецелесообразна (объекты культурного наследия, частично заселённые здания, частные дома). Однако 67% специалистов указывают на высокую стоимость обслуживания и оборудования. Ключевая проблема — заявленный производителями срок службы батарей часто не выдерживается: 70% респондентов сталкиваются с необходимостью замены элементов питания не реже, чем раз в 2 года, что увеличивает эксплуатационные расходы.

Таблица 1 – Сравнение функциональных возможностей различных типов СПС

Критерий	Пороговые (неадресные системы)	Адресные системы (опросные)	Адресно-аналоговые системы
Кто принимает решение?	Пожарный извещатель	Пожарный извещатель	Приемно-контрольная панель
Точность локации	До шлейфа (зона/помещение)	До конкретного извещателя	До конкретного извещателя
Контроль работоспособности	Отсутствует (только при ТО)	Автоматический (опрос)	Непрерывный (динамический)
Скорость обнаружения	Низкая	Средняя	Очень высокая
Уровень ложных срабатываний	Высокий	Средний	Низкий (интеллектуальная обработка)
Количество извещателей в помещении	2	1	1
Типология шлейфа	Радиальная	Произвольная (звезда, дерево)	Кольцевая

Литература

1. Николаева, В. М. Система охранно-пожарной сигнализации / В. М. Николаева, С. С. Данилова // Аллея науки. – 2018. – Т. 7, № 11 (27). – С. 3-7.
2. Тимофеев, Д. В. Адресно-аналоговая система пожарной сигнализации как элемент системы обеспечения пожарной безопасности ТРК / Д. В. Тимофеев // Матрица научного познания. – 2024. – № 6-1. – С. 31-33.
3. Солдаткин, А. В. Адресно-аналоговая система автоматической пожарной сигнализации зданий с массовым пребыванием людей / А. В. Солдаткин // Студенческий. – 2024. – № 32-1 (286). – С. 19-21.
4. Ильин, А. Н. Пожарная безопасность в жилом секторе: проблемы и пути их решения / А. Н. Ильин // Проблемы анализа риска. – 2011. – Т. 8, № 3. – С. 62-67.
5. Мелькумов, В. Н. Пожарная безопасность взрывоопасных помещений / В. Н. Мелькумов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2008. – № 2 (10). – С. 178-183.
6. Шевченко, А. В. Организация труда на рабочем месте / А. В. Шевченко // Совершенствование машин и оборудования для АПК России : Материалы III Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича : Сборник научных трудов в 3-х частях, Киров, 29 марта 2023 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – Часть 3. – С. 165-167.

УДК 65.060

ОБЗОР КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПНЕВМОСИСТЕМ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Черных А.С. – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Саитов В. Е., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрены различные типы и классификация пневмосепарирующих каналов.

Ключевые слова: пневмосепарирующий канал, воздушный поток, аэродинамические свойства, фракции, примеси, сыпучий материал

В различных отраслях промышленности, от сельского хозяйства до переработки отходов, возникает потребность в эффективном разделении сыпучих материалов на основе их аэродинамических свойств.

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет всё более высокие требования к качеству послеуборочной обработки зерна. Очистка и сортировка зернового вороха – критически важные этапы, напрямую влияющие на сохранность урожая, его товарную ценность и пригодность для семенных целей. Среди разнообразных методов сепарации особое место занимает пневмосепарирование – технология, основанная на различии аэродинамических свойств компонентов зерновой смеси.

Пневмосепарирующий канал (ПСК) выступает ключевым элементом зерноочистительных машин, обеспечивая эффективное разделение зерна и примесей с помощью воздушного потока. Этот метод позволяет не только удалять лёгкие примеси (пыль, полову, семена сорняков), но и сортировать зерно по качеству – выделять семенную, продовольственную и фуражную фракции.

ПСК – это специализированное оборудование, использующее воздушный поток для разделения сыпучих материалов, обладающих разными характеристиками по плотности, форме и размеру. Принцип его работы основан на аэродинамической сепарации: частицы разного веса и формы по-разному взаимодействуют с воздушным потоком, что позволяет разделить их в пространстве.

Принцип работы:

Основной элемент ПСК – это канал, внутри которого создается контролируемый воздушный поток. Сыпучий материал подается в этот канал, где на него действуют две основные силы:

- Сила тяжести: тянет частицы вниз.
- Сила аэродинамического сопротивления: направлена вверх (при восходящем потоке) или горизонтально (при горизонтальном потоке) и зависит от формы, размера и плотности частицы.

Более легкие и обладающие большей аэродинамической поверхностью (например, шелуха зерна или легкие полимерные отходы) подхватываются воздушным потоком и уносятся дальше, а более тяжелые и компактные (например, зерно или тяжелые минералы) оседают быстрее. Разделительные перегородки, расположенные в канале, позволяют собирать фракции с разными аэродинамическими характеристиками отдельно[2,3,4].

Типичный пневмосепарирующий канал состоит из нескольких ключевых компонентов, которые обеспечивают процесс сепарации материала с помощью воздушного потока[8]:

1. Загрузочное устройство: обеспечивает равномерную подачу материала в канал.
2. Сепарирующий канал: основная конструкция, где происходит разделение воздухом.
3. Система создания воздушного потока: вентилятор или воздуходувка, обеспечивающая регулируемый поток воздуха.
4. Система фильтрации воздуха: очищает воздух от пыли и частиц, предотвращая загрязнение окружающей среды и обеспечивая стабильную работу оборудования.
5. Разгрузочные устройства: предназначены для сбора и выгрузки разделенных фракций.
6. Система управления: контролирует параметры работы, такие как скорость воздушного потока, скорость подачи материала и другие.

Чтобы глубже понять возможности и особенности различных типов пневмосепарирующих каналов, рассмотрим более детально каждую категорию классификации:

1. По направлению воздушного потока:

- Вертикальные ПСК (с восходящим потоком).

Воздушный поток направлен вертикально вверх. Сыпучий материал подается сверху. Под действием аэродинамической силы, легкие частицы поднимаются вверх и уносятся потоком, а тяжелые опускаются вниз. Они эффективны для удаления легких примесей из более тяжелого продукта[10]. Часто используются для очистки зерна от шелухи, соломы и других легких загрязнений. Также применяются для разделения материалов с существенной разницей в плотности.

Некоторые преимущества: Простая конструкция, относительно низкая стоимость.

Недостатки: Менее эффективны для разделения материалов с близкой плотностью или сложной формой. Чувствительны к неравномерной подаче материала.

- Горизонтальные ПСК (с поперечным потоком):

Воздушный поток направлен горизонтально, пересекая поток сыпучего материала, падающего под действием силы тяжести. Частицы с разными аэродинамическими свойствами отклоняются от вертикальной траектории на разное расстояние, что позволяет их разделить. Подходят для разделения материалов, где важны не только плотность, но и форма, размер и аэродинамические характеристики поверхности. Часто используются для удаления плоских

или продолговатых примесей, например, соломы из зерна[1]. Применяются в переработке отходов для разделения бумаги и пластика.

Некоторые преимущества: Более точное разделение по форме и размеру. Менее чувствительны к колебаниям плотности.

Недостатки: Конструкция сложнее, чем у вертикальных ПСК. Требуют более точной настройки воздушного потока.

- Наклонные ПСК:

Воздушный поток направлен под углом к потоку сыпучего материала. Комбинируют элементы вертикального и горизонтального подхода. Угол наклона и скорость потока регулируются для достижения оптимального разделения. Универсальное решение, позволяющее разделять материалы как по плотности, так и по форме. Подходят для случаев, когда необходимо тонко настроить процесс сепарации[7].

Некоторые преимущества: Гибкость настроек, возможность достижения высокой эффективности разделения сложных смесей.

Недостатки: Конструкция более сложная, чем у вертикальных и горизонтальных ПСК. Требуют опыта в настройке и эксплуатации.

2. По назначению:

- Для очистки зерна: (Подробности о конкретных моделях и параметрах очистки зерна)
- Для переработки отходов: (Описание типов отходов и методик разделения)
- Для горнодобывающей промышленности: (Специфика разделения различных минералов)
- Универсальные: (Диапазон материалов, с которыми могут работать, и особенности настройки)

3. По степени автоматизации:

- Ручные: Оператор контролирует все параметры процесса и вручную регулирует воздушный поток и подачу материала.
- Полуавтоматические: Автоматизированы отдельные этапы процесса, например, подача материала или очистка воздуха. Оператор контролирует основные параметры и регулирует их по мере необходимости.
- Автоматические: Полностью автоматизированные системы с датчиками, ПЛК (программируемыми логическими контроллерами) и автоматической регулировкой параметров. Могут работать без постоянного присутствия оператора.

Пневмосепарирующие системы по типу циркуляции воздушного потока делятся на три основных вида: разомкнутые, замкнутые и замкнуто-разомкнутые. Каждый из этих типов имеет свои особенности, преимущества и недостатки, что определяет их применение в различных отраслях промышленности, прежде всего в зернопереработке и пищевой индустрии.

Разомкнутые пневмосепарирующие каналы характеризуются тем, что воздух для сепарации забирается из окружающей среды, проходит через рабочий канал, где происходит отделение примесей, и затем выбрасывается наружу (рис.1) [6].

Такой подход обеспечивает использование относительно чистого воздуха, что способствует высокой эффективности очистки продукта от лёгких примесей. Однако разомкнутые системы требуют значительных затрат энергии на постоянный забор и выброс воздуха, а также оказывают существенное влияние на воздухообмен в рабочем помещении, что может приводить к повышенной запылённости и необходимости устройства мощной аспирации [6,9].

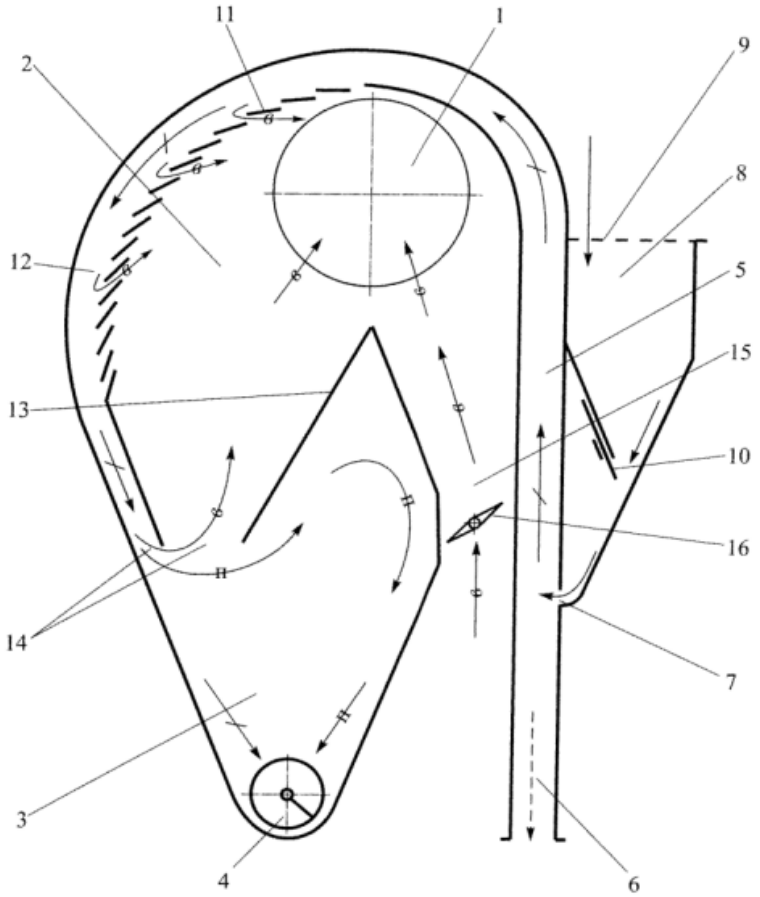


Рисунок 1 – Технологическая схема пневматического сепаратора с разомкнутой воздушной системой по патенту № 2525557:
1 – вентилятор; 2 – всасывающий патрубок; 3 – осадочная камера; 4, 6 – приспособление для вывода легких примесей; 5 – пневмосепарирующий канал; 7 – загрузочное окно; 8 – приемно-загрузочный бункер; 9 – сетка; 10 – регулятор расхода сыпучих материалов; 11 – инерционный жалюзийный воздухоочиститель; 12 – отводной канал; 13 – осадочная камера; 14 – противоточный отделитель; 15 – пропускной канал; 16 – регулятор расхода воздуха

Так же существуют замкнутые пневмосепарирующие каналы (рис. 2), которые работают по принципу внутренней циркуляции воздуха: после прохождения через сепаратор воздух очищается от примесей в специальных осадочных камерах или фильтрах и снова направляется в рабочий канал [5]. Это позволяет существенно снизить энергозатраты, так как отсутствует необходимость постоянного забора и выброса воздуха, а также улучшить санитарно-гигиенические условия труда, поскольку система не влияет на воздухообмен в помещении. Однако со временем в замкнутом контуре может накапливаться пыль, что требует эффективной системы внутренней очистки воздуха и может незначительно снижать эффективность сепарации.

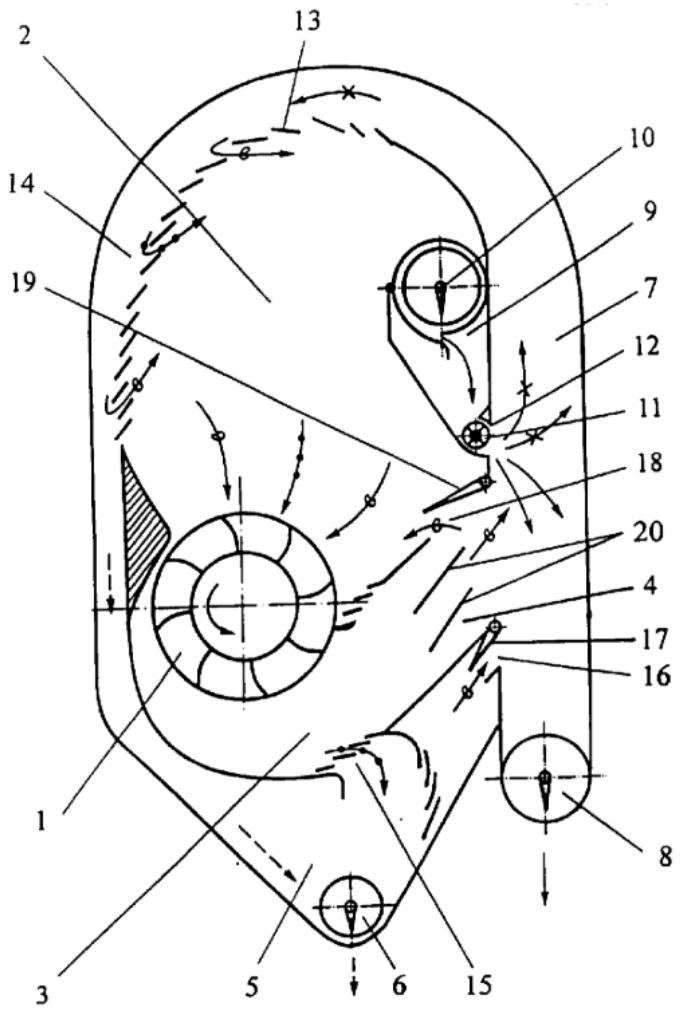


Рисунок 2 – Технологическая схема пневматического сепаратора с замкнутой воздушной системой по патенту № 68374:
1 - диаметральный вентилятор; 2 - всасывающий патрубок; 3 - выхлопной диффузор; 4 - воздухоподводяий канал; 5 – осадочная камера; 6 – приспособление для вывода легких примесей; 7 - пневмосепарирующий канал; 8 – приспособление для выводы очищенного зерна; 9 – устройство подачи сыпучего материала; 10 – распределительный шнек; 11 – питающий валик; 12 – загрузочное окно; 13 – инерционный воздухоочиститель; 14 – отводной канал; 15 – жалюзийное окно; 16 – перепускной канал; 17 – регулятор расхода воздуха; 18 – окно; 19 – регулировочная заслонка; 20 – направляющие плоскости

Помимо вышеперечисленных видов существуют замкнуто-разомкнутые пневмосепарирующие каналы (рис. 3), которые представляют собой компромиссное решение, сочетающее преимущества обоих предыдущих типов[4]. В таких системах часть воздуха циркулирует внутри контура, а часть удаляется наружу с одновременным подсосом свежего воздуха (обычно 15–20% от общего объёма за цикл). Это позволяет поддерживать баланс между эффективностью очистки и экономичностью, а также снижать запылённость в рабочей зоне. В современных условиях, когда требования к чистоте продукции, энергоэффективности и охране труда постоянно растут, замкнуто-разомкнутые пневмосистемы становятся всё более востребованными в агропромышленном комплексе, мукомольно-крупяной, комбикормовой и пищевой промышленности. Они позволяют не только качественно удалять лёгкие примеси (пыль, полову, мелкие частицы, семена сорных растений), но и существенно снижать затраты на электроэнергию и вентиляцию, а также минимизировать запылённость в рабочей зоне. Замкнуто-разомкнутые системы отличаются более сложной конструкцией и требуют точной настройки воздушных потоков для обеспечения стабильной работы [4].

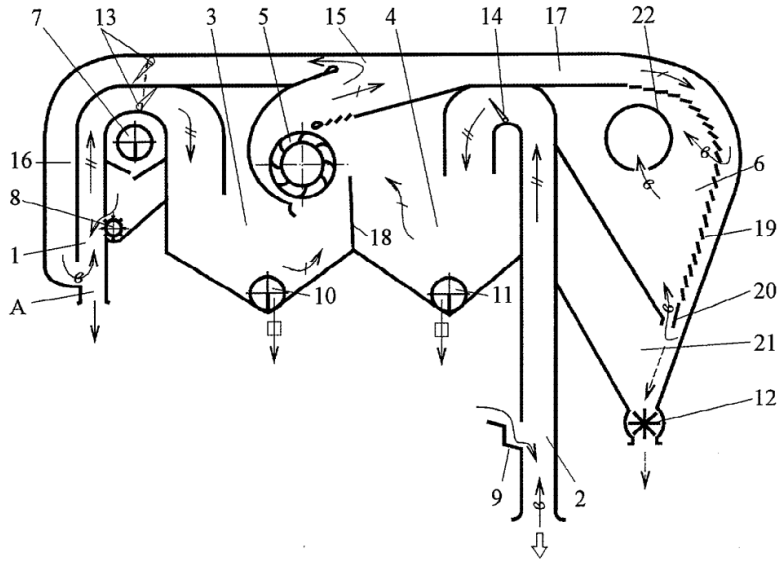


Рисунок 3 – Технологическая схема пневматического сепаратора с замкнуто-разомкнутой воздушной системой по патенту № 2303494:
1 – пневмосепарирующий канал первичной очистки; 2 - пневмосепарирующий канал вторичной очистки; 3, 4 – осадочные камеры; 5 – вентилятор; 6 – пылеуловитель; 7, 8, 9 – устройства ввода зерновой смеси; 10, 11, 12 – устройства вывода отходов; 13, 14 – механизмы регулирования скорости воздуха в пневмосепарирующих каналах; 15 – перепускное окно; 16 – воздухоподводящий канал; 17 – входной патрубок; 18 – смежная стенка; 19 – жалюзийный очиститель; 20 – противоточный очиститель; 21 – пылеосадительная камера; 22 – воздухоотводящий канал

В целом выбор типа пневмосепарирующей системы зависит от требований к чистоте продукта, условий эксплуатации, экономических и санитарных соображений. В современной промышленности наиболее востребованы замкнутые и замкнуто-разомкнутые системы благодаря их энергоэффективности и благоприятному влиянию на условия труда.

Детальное понимание классификации ПСК позволяет правильно оценить требования к сепарации и выбрать оптимальное оборудование для конкретной задачи. При выборе следует учитывать тип и характеристики сыпучего материала, требуемую степень чистоты, производительность и бюджет.

Таким образом, пневмосепарирующие каналы являются эффективным и универсальным инструментом для разделения сыпучих материалов. Широкий спектр применения, высокая производительность и возможности регулировки делают их незаменимыми во многих отраслях промышленности. По мере развития технологий, ПСК будут продолжать занимать важное место в процессах сепарации, обеспечивая более эффективное использование ресурсов и снижение воздействия на окружающую среду.

Литература

1. Бурков, А. И. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание / А. И. Бурков, Н. П. Сычугов. – Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2000. – 261 с.

2. Гладков, Н. Г. Зерноочистительные машины. Конструкция, расчет, проектирование и эксплуатация / Н. Г. Гладков. – Москва : Машгиз, 1961. – 368 с.

3. Нелюбов, А. И. Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин / А. И. Нелюбов, Е. Ф. Ветров. – Москва : Машиностроение, 1977. – 192 с.

4. Патент № 2303494 C1 Российская Федерация, МПК B07B 4/02, A01F 12/44. замкнуто-разомкнутая пневмосистема зерноочистительной машины : № 2006107859/03 : заявл. 13.03.2006 : опубл. 27.07.2007 / А. И. Бурков, О. П. Рощин, Н. Л. Конышев ; заявитель

Государственное учреждение Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого.

5. Патент на полезную модель № 68374 U1 Российская Федерация, МПК B07B 4/00. Замкнутый пневматический сепаратор зерновых смесей : № 2007125005/22 : заявл. 02.07.2007 : опубл. 27.11.2007 / В. Е. Саитов, А. И. Бурков, Д. В. Григорьев, А. Л. Глушков ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Вятская государственная сельскохозяйственная академия" (ФГОУ ВПО Вятская ГСХА).

6. Патент № 2525557 C1 Российская Федерация, МПК B07B 4/00. Пневматический сепаратор сыпучих материалов : № 2013109664/03 : заявл. 04.03.2013 : опубл. 20.08.2014 / В. Е. Саитов, В. Г. Фарафонов, А. Н. Суворов, А. В. Саитов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Вятская государственная сельскохозяйственная академия" (ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА).

7. Саитов, В. Е. Регулирование скорости воздуха в пневмосистеме зерноочистительных машин / В. Е. Саитов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 3. – С. 38-39.

8. Саитов, В. Е. Моделирование процессов разделения зерновых материалов воздушным потоком / В. Е. Саитов, А. Н. Суворов, В. Г. Фарафонов. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – 173 с.

9. Сычугов, Н. П. Регулирование скорости воздуха в аспирационных каналах зерноочистительных машин с замкнутой пневмосистемой / Н. П. Сычугов, А. И. Бурков, Н. И. Грабельковский // Тракторы и сельхозмашины. – 1982. – № 10. – С. 23-26.

10. Тарабрин, Д. С. Распределение зернового вороха в вертикальном пневмосепарирующем канале / Д. С. Тарабрин, А. П. Тарасенко, А. М. Гиевский // Наука вчера, сегодня, завтра : материалы научно-практической конференции. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, 2016. – С. 239-243.

УДК 621.436

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТАНОЛА И МЕТИЛОВОГО ЭФИРА РАПСОВОГО

Чулков С. А. – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Лопатин О. П., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В работе проведен обзор и анализ современных исследований, посвященных влиянию применения альтернативных топлив - метанола и метилового эфира рапсового масла (МЭРМ) - на экологические показатели дизельных двигателей. Рассмотрены физико-химические свойства данных видов биотоплива, механизмы их воздействия на процессы смесеобразования и сгорания. Особое внимание уделено анализу изменений в эмиссии основных токсичных компонентов отработавших газов: оксидов азота (NOx), сажи (C), монооксида углерода (CO) и диоксида углерода (CO_2). Приведены обобщенные результаты экспериментальных исследований, демонстрирующие значительный потенциал данных топлив в снижении вредных выбросов и улучшении экологической безопасности дизелей.

Ключевые слова: дизельный двигатель, экологические показатели, альтернативное топливо, биотопливо, метанол, метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ), отработавшие газы, оксиды азота, сажа, токсичность

Ужесточение мировых экологических стандартов, таких как Euro-7, и стремление к декарбонизации транспортного сектора стимулируют поиск альтернативных, возобновляемых источников энергии для двигателей внутреннего сгорания. Дизельные двигатели, являясь

одними из наиболее экономичных тепловых машин, остаются основным источником энергии в грузовом, сельскохозяйственном и водном транспорте. Однако они же являются и значительным источником выбросов вредных веществ, в первую очередь, оксидов азота (NOx) и сажи (твердых частиц). Традиционные способы снижения токсичности, такие как системы рециркуляции отработавших газов (EGR) и селективной каталитической нейтрализации (SCR), усложняют и удорожают конструкцию двигателя. В связи с этим, одним из перспективных направлений является не только совершенствование конструкции двигателя, но и улучшение экологических характеристик самого топлива. Применение кислородсодержащих биотоплив, таких как метанол и метиловый эфир рапсового масла, рассматривается как эффективный метод комплексного снижения вредных выбросов, позволяющий воздействовать непосредственно на рабочий процесс в цилиндре [1-3]. Основными токсичными компонентами отработавших газов (ОГ) дизелей являются оксиды азота (NOx), сажа (С), монооксид углерода (CO), несгоревшие углеводороды (CHx), а также диоксид углерода (CO_2), который, не являясь прямым токсикантом, создает парниковый эффект. Образование этих веществ в цилиндре дизеля определяется сложным комплексом взаимосвязанных процессов распыливания, испарения, смесеобразования и горения топлива. Главное противоречие традиционного дизельного процесса заключается в том, что меры по снижению выбросов одного компонента часто приводят к росту другого. Например, снижение максимальной температуры сгорания для уменьшения эмиссии NOx приводит к неполному сгоранию топлива и росту выбросов сажи и CO [4-6].

Поэтому поиск решений, позволяющих одновременно снижать выбросы нескольких токсичных компонентов, является одной из ключевых задач современного двигателестроения. В этом контексте особую актуальность приобретают исследования по применению кислородсодержащих топлив, которые меняют саму химию процесса горения.

Метанол (CH_3OH) - простейший одноатомный спирт, который может производиться из широкого спектра сырья, включая природный газ, уголь и биомассу. Его ключевой особенностью как топлива является высокое содержание химически связанного кислорода (около 50% по массе) и отсутствие углерод-углеродных (C-C) связей, что радикально снижает сажеобразование при горении [7-9].

Однако прямое применение метанола в дизелях сопряжено с рядом трудностей, обусловленных его физико-химическими свойствами: низким цетановым числом (3-5 единиц), высокой теплотой испарения и плохой смешиваемостью с дизельным топливом. Для преодоления этих проблем используются различные технические решения [10-12]:

- двойная система топливоподачи (ДСТ): в цилиндр подается запальная доза дизельного топлива, которая воспламеняется от сжатия и инициирует горение основной порции метанола.
- метаноло-топливная эмульсия (МТЭ): метанол смешивается с дизельным топливом с помощью эмульгаторов.
- добавление активаторов воспламенения: для повышения цетанового числа.

Наибольшее распространение в исследовательской практике получила двойная система топливоподачи, позволяющая замещать до 80% дизельного топлива метанолом.

Метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ) - это продукт переэтерификации рапсового масла метанолом. В отличие от метанола, МЭРМ по своим физико-химическим свойствам гораздо ближе к традиционному дизельному топливу, что делает его применение в дизелях технически более простым [13-16].

Основные преимущества МЭРМ включают:

- Высокое цетановое число (около 50-55), обеспечивающее хорошие пусковые качества и «мягкую» работу двигателя.
- Наличие связанного кислорода в молекуле (около 11% по массе), что способствует снижению дымности ОГ.
- Низкое содержание серы и ароматических углеводородов.
- Нетоксичность и способность к биологическому разложению.

МЭРМ может использоваться как в чистом виде, так и в смесях с дизельным топливом в любых пропорциях. Наиболее распространенной является смесь В20 (20% МЭРМ, 80% дизельного топлива) [17].

Многочисленные исследования, проведенные в Вятском ГАТУ под руководством профессора В.А. Лиханова, а также другими научными группами, демонстрируют значительное положительное влияние метанола на экологические показатели дизелей [18-23].

Снижение эмиссии оксидов азота является одним из ключевых эффектов применения метанола. Механизм этого явления связан с высокой теплотой испарения метанола (почти в 4 раза выше, чем у дизельного топлива). При впрыске метанола в цилиндр происходит интенсивное испарение и, как следствие, локальное охлаждение заряда. Это приводит к снижению максимальной температуры цикла - основного фактора, определяющего скорость образования «термических» оксидов азота.

Экспериментальные данные показывают, что при работе дизеля 2Ч 10,5/12,0 на метаноле с дизельным смесевым топливов содержание NOx в отработавших газах снижается на 32-35% в зависимости от скоростного режима. Например, при частоте вращения 1200 мин$^{-1}$ концентрация NOx уменьшилась с 480 ppm до 310 ppm, а при 2000 мин$^{-1}$ - с 375 ppm до 255 ppm [12, 13].

Применение метанола оказывает наиболее радикальное влияние на дымность отработавших газов. Это объясняется химическим строением его молекулы: отсутствие связей С-С и наличие атома кислорода препятствуют образованию сажевых частиц и способствуют окислению уже образовавшихся.

Количественные данные подтверждают этот эффект. При работе дизеля на метанолотопливной эмульсии выбросы сажи снижаются на 85,5%. В случае использования комбинации «метанол + МЭРМ» этот показатель достигает 90,4%. Такое значительное снижение сажеобразования открывает возможности для увеличения степени рециркуляции ОГ для дальнейшего снижения NOx без риска превышения лимитов по дымности [2].

Влияние метанола на выбросы СО и СНх носит не столь однозначный характер, но в целом также является положительным. Высокая теплота испарения метанола, с одной стороны, может приводить к локальному переохлаждению зон горения и, как следствие, к росту концентраций СО и СНх из-за неполного сгорания. Однако наличие связанного кислорода в топливе и более высокая скорость горения метаноло-воздушной смеси компенсируют этот эффект.

Исследования показывают снижение выбросов СО на 45% при работе на метанолотопливной эмульсии и на 44,8% при работе на комбинации метанола с МЭРМ. Это свидетельствует о более полном сгорании топлива [2].

Влияние МЭРМ на экологические показатели дизеля имеет как сходства, так и отличия по сравнению с метанолом. Как и в случае с метанолом, основным механизмом снижения дымности при использовании МЭРМ является наличие связанного кислорода в его молекуле (около 11%). Кислород в составе топлива улучшает процесс сгорания в локальных зонах с недостатком воздуха, что приводит к уменьшению образования сажевых частиц.

Исследования дизеля Д-245.12С на смесях дизельного топлива с МЭРМ показали, что при увеличении содержания МЭРМ в смесевом топливе до 20% наблюдается снижение дымности ОГ в 2-2,5 раза на различных режимах. Применение МЭРМ в составе комбинированного топлива с метанолом обеспечивает еще большее снижение сажеобразования - до 90,4% [4].

Влияние МЭРМ на выбросы NOx имеет более сложную зависимость, чем в случае с метанолом. С одной стороны, наличие кислорода в топливе может способствовать более высоким температурам сгорания и, следовательно, росту NOx. С другой стороны, более высокое цетановое число МЭРМ сокращает период задержки воспламенения, что делает процесс сгорания более «мягким» и снижает максимальные температуры.

В контексте влияния спиртов на эмиссию NOx в смесях с МЭРМ интерес представляют исследования, проведенные Г. М. Кухаренком с соавторами, где в качестве добавки к МЭРМ

использовался этанол [5]. В данной работе было установлено, что добавка этанола к МЭРМ в количестве до 15% приводит к снижению выбросов оксидов азота в среднем на 4-7% на режимах средних нагрузок. Авторы связывают этот эффект со снижением максимальной температуры цикла из-за более высокой теплоты испарения этанола по сравнению с чистым МЭРМ/ Эти данные хорошо коррелируют с результатами, полученными для метанола, и подтверждают общий физический принцип: введение легких спиртов в состав биотопливной композиции является эффективным инструментом для подавления образования термических оксидов азота в дизелях.

Экспериментальные данные показывают, что при увеличении содержания МЭРМ в смеси с дизельным топливом до 20% удельные массовые выбросы оксидов азота снижаются на 10,2% (с 7,286 до 6,542 г/(кВт·ч)). Однако при дальнейшем увеличении доли МЭРМ до 40% и 60% наблюдается некоторый рост NOx до значений, превышающих уровень чистого дизельного топлива (до 7,441 и 7,759 г/(кВт·ч) соответственно). Это объясняется повышением эффективности сгорания и, как следствие, ростом максимальных температур в цилиндре [4].

Наличие связанного кислорода в молекуле МЭРМ способствует более полному и эффективному сгоранию, что приводит к значительному снижению выбросов CO. При увеличении содержания МЭРМ в смесевом топливе с 0 до 60% наблюдается монотонное снижение удельных выбросов CO с 2,834 до 1,932 г/(кВт·ч), то есть почти в 1,5 раза [4].

Влияние на выбросы несгоревших углеводородов CHx носит незначительный и более сложный характер, но в целом при высоких концентрациях МЭРМ также наблюдается тенденция к их снижению.

Особого внимания заслуживают результаты, полученные в диссертационной работе В. Н. Копчикова, где объектом исследований являлся тот же тип дизеля 2Ч 10,5/12,0. В этой работе детально исследовано влияние комбинированной подачи метанола (воспламеняемого запальной дозой МЭРМ через ДСТ) на механизм подавления образования термических оксидов азота [6].

Таблица 1 – Сравнение снижения выбросов вредных веществ при использовании различных альтернативных топлив по сравнению с дизельным топливом (%)

	Метанол с ДСТ (2Ч 10,5/12,0)	МТЭ	Метанол + МЭРМ	МЭРМ (20% в смеси)
Оксиды азота (NOx)	↓ 32-35%	↓ 41,3%	↓ 47,4%	↓ 10,2%
Сажа (C)	(данные не прив.)	↓ 85,5%	↓ 90,4%	↓ 60-75% (по дымности)
Монооксид углерода (CO)	(данные не прив.)	↓ 45,0%	↓ 44,8%	↓ 31,8% (до 60% МЭРМ)
Диоксид углерода (CO_2)	(данные не прив.)	↓ 6,7%	(данные не прив.)	(данные не прив.)

Анализ таблицы показывает, что оба вида альтернативного топлива обеспечивают существенное улучшение экологических показателей. Наибольший эффект по снижению эмиссии NOx и сажи достигается при комбинированном использовании метанола и МЭРМ. При этом метанол в большей степени способствует снижению NOx (благодаря высокой теплоте испарения), а МЭРМ - снижению CO (благодаря связанному кислороду и улучшению сгорания). Экологические эффекты от применения рассматриваемых топлив являются прямым следствием их физико-химических свойств и их влияния на рабочий процесс дизеля. Снижение дымности и сажеобразования при использовании метанола и МЭРМ достигается благодаря нескольким факторам. Во-первых, в их молекулах отсутствуют (у метанола) или их количество невелико (у МЭРМ) углерод-углеродные (C-C) связи, разрыв которых является начальной стадией образования сажевых частиц. Во-вторых, и метанол, и МЭРМ содержат в своем составе значительное количество химически связанного кислорода (около 50% и 11% по массе

соответственно), который способствует окислению продуктов неполного сгорания и снижает общую потребность в кислороде воздуха, особенно в локальных переобогащенных зонах.

Снижение эмиссии оксидов азота при использовании метанола обусловлено, в первую очередь, его высокой теплотой испарения. Процесс испарения метанола требует значительных затрат тепла, что приводит к снижению локальной температуры в цилиндре. Поскольку образование NOx имеет ярко выраженную термическую природу и экспоненциально зависит от температуры, даже относительно небольшое ее снижение дает значительный эффект.

Снижение выбросов монооксида углерода (CO) при работе на МЭРМ объясняется наличием связанного кислорода в топливе, что интенсифицирует процесс окисления CO до CO_2 и обеспечивает более полное сгорание.

Проведенный обзор научно-технической литературы позволяет сделать следующие выводы:

- применение метанола и метилового эфира рапсового масла в качестве топлива для дизельных двигателей является эффективным способом комплексного улучшения их экологических показателей;
- наиболее значительное улучшение достигается по выбросам сажи (снижение до 90%) и оксидов азота (снижение до 47%), что является ключевым преимуществом, поскольку традиционные методы снижения этих компонентов часто находятся в противоречии друг с другом;
- механизмы положительного воздействия основаны на фундаментальных отличиях физико-химических свойств этих топлив от традиционного дизельного топлива, в первую очередь, на наличии связанного кислорода в молекуле и, в случае метанола, на высокой теплоте испарения;
- широкое практическое применение данных видов топлива требует решения комплекса технических, экономических и эксплуатационных проблем, включая адаптацию топливной аппаратуры и решение вопросов сырьевого обеспечения.

Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на оптимизацию составов смесевых топлив, разработку надежных и экономичных систем топливоподачи, а также на всестороннюю оценку жизненного цикла этих видов топлива для подтверждения их полной экологической эффективности.

Литература

1. Воробьев, А. А. Методика оценки экологического эффекта от применения биотоплив / А. А. Воробьев, А. Л. Пенкин, В. С. Смирнов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2024. – № 3. – С. 553-560.

2. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на режиме максимального крутящего момента / О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 144-150. – EDN XRQMMJ.

3. Влияние установочного угла опережения впрыскивания топлива на содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. В. Гребнев, Ю. Г. Бузмаков // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 201-205. – EDN XMAFKJ.

4. Марков, В. А. Особенности применения метилового эфира рапсового масла в качестве топлива для дизелей / В. А. Марков, С. Н. Девянин, А. В. Стремяков // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. – 2010 - №3 - С. 56-68

5. Лопатин, О. П. Рециркуляция отработавших газов как средство снижения токсичности газодизеля 4Ч 11,0/12,5 / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, А. А. Анфилатов // XII Туполевские чтения : Международная молодежная научная конференция. – Казань : КГТУ, 2004. – Т. 1. – С. 164-165. – EDN XIREIT.

6. Лопатин, О. П. Влияние альтернативных топлив, применяемых в дизелях, на токсичность ОГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Выпуск 12. – С. 419-423. – EDN WDXAMT.

7. Кухаренок, Г. М. Выбросы окислов азота дизелей, работающих на смеси метилового эфира рапсового масла с этанолом / Г. М. Кухаренок // Сборник научных трудов БНТУ. – Минск, 2016. – С. 184-189.

8. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в ОГ дизеля с турбонаддувом путем применения КПГ / О. П. Лопатин, А. С. Юрлов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы IX Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2016. – Выпуск 12. – С. 415-419. – EDN WDXALZ.

9. Копчиков, В. Н. Улучшение экологических показателей дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе на метаноле и метиловом эфире рапсового масла с двойной системой топливоподачи путем снижения содержания оксидов азота в отработавших газах : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : 05.04.02 / Копчиков Виктор Николаевич. – Санкт-Петербург, 2017. – 18 с.

10. Лопатин, О. П. Влияние применения метаноло-топливной эмульсии на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука-Технология-Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2010. – Выпуск 8. – С. 126-133. – EDN VILKZJ.

11. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Киров, 2004. – 200 с. – EDN NMTQAT.

12. Yesilyurt, M. K. The effects of the fuel injection pressure on the performance and emission characteristics of a diesel engine fuelled with waste cooking oil biodiesel-diesel blends / M. K. Yesilyurt // Renewable Energy. – 2019. – V. 132. – P. 649-666.

13. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 (Д-240) при работе на природном газе путем применения рециркуляции отработавших газов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лопатин Олег Петрович. – Санкт-Петербург, 2004. – 18 с. – EDN NHQHNX.

14. Лопатин, О. П. Химическое строение оксидов азота и особенности образования их в цилиндре тракторного газодизеля / О. П. Лопатин // Улучшение эксплуатационных показателей мобильной энергетики : Материалы 12-ой научно-практической конференции вузов Поволжья и Предуралья. – Киров : Вятская ГСХА, 2001. – С. 28-34. – EDN WLRLHV.

15. Diesel-to-natural gas engine conversion with lower compression ratio / G. G. Ter-Mkrtichyan, A. M. Saikin, K. E. Karpukhin [et al.] // Pollution Research. – 2017. – V. 36, № 3. – P. 678-683.

16. Lopatin, O. P. Mathematical problem in the construction of kinetic equations of alternative fuel oxidation in an internal combustion engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52033. – EDN UBKPGA.

17. Лопатин, О. П. Улучшение экологических показателей тракторного дизеля путем применения природного газа и рециркуляции / О. П. Лопатин // Сборник научных трудов по материалам Восемнадцатой международной научно-практической конференции «Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых» ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА». – Ярославль, 2015. – С. 30-34. – EDN TYSTZT.

18. Lopatin, O. P. Development of a methodology for assessing the impact of vehicles on the acoustic environment / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62049. – EDN URAHKQ.

19. Lopatin, O. P. Development of tractor gas-diesel modifications / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62034. – EDN XQLTBZ.

20. Lopatin, O. P. The effect of operational modes of diesel engines to emissions of nitrogen oxides / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62087. – EDN HAGOJO.

21. Analysis of emission characteristics of gas turbine engines with some alternative fuels / A. M. Starik, A. M. Savel'ev, O. N. Favorskii [et al.] // International Journal of Green Energy. – 2018. – V. 15, № 3. – P. 161-168

22. Lopatin, O. P. Study of the influence of the degree of exhaust gas recirculation on the working process of a diesel / O. P. Lopatin // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42021. – EDN YMEIOW.

23. Results of simulation and experimental research of automobile gas diesel engine / V. V. Sinyavski, M. G. Shatrov, A. Y. Dunin [et al.] // Periodicals of Engineering and Natural Sciences. – 2019. – V. 7, № 1. – P. 281-286.

УДК 621.436

ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕВОДА АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Чулков С. А. – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Лопатин О. П., д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен комплексный обзор социально-экологических аспектов применения альтернативных моторных топлив в автотракторных дизелях. Рассмотрены основные виды альтернативных топлив, пригодных для использования в дизельных двигателях, включая газообразные топлива (природный газ, сжиженный нефтяной газ), биотоплива (растительные масла, биодизель, биоэтанол) и синтетические топлива. Проведен сравнительный анализ физико-химических, моторных, энергетических и экологических показателей альтернативных топлив в сопоставлении с традиционным дизельным топливом. Особое внимание уделено социальным последствиям расширения производства и применения альтернативных топлив, включая воздействие на здоровье населения, продовольственную безопасность и занятость. Проанализированы экономические аспекты внедрения альтернативных топлив и существующая нормативно-правовая база в Российской Федерации. Обозначены ключевые проблемы и перспективы развития данного направления в контексте энергетической и экологической безопасности.

Ключевые слова: альтернативные топлива, автотракторные дизели, экологическая безопасность, социальные аспекты, биотопливо, природный газ, токсичность отработавших газов

Устойчивое развитие транспортного сектора и мобильной сельскохозяйственной техники является одной из приоритетных задач современной экономики. Автотракторные дизели, составляющие основу парка грузового транспорта и сельскохозяйственных машин, вносят существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха вредными веществами и парниковыми газами. Постоянное ужесточение экологических норм, а также нестабильность цен на традиционные нефтяные топлива обуславливают необходимость поиска и внедрения альтернативных источников энергии для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) [1].

Использование альтернативных топлив в автотракторных дизелях рассматривается как одно из наиболее перспективных направлений повышения экологической безопасности мобильной техники и снижения зависимости от ископаемых углеводородных ресурсов. При этом данная проблема имеет выраженный междисциплинарный характер, затрагивая не только технические и технологические аспекты двигателестроения, но и широкий круг социально-экономических и экологических вопросов, требующих комплексного анализа.

Под альтернативными моторными топливами понимают вещества и их смеси, не относящиеся к традиционным топливам нефтяного происхождения (бензину и дизельному топливу), но способные обеспечить работу двигателей внутреннего сгорания с приемлемыми энергетическими, экономическими и экологическими показателями [2].

В современной научно-технической литературе выделяют три основные группы альтернативных топлив, пригодных для использования в дизельных двигателях [3]:

газообразные минеральные и биотоплива (компримированный природный газ, сжиженный природный газ, сжиженный нефтяной газ, биогаз, водород);

жидкие смесевые биотоплива (растительные масла и их эфиры, смеси дизельного топлива с биокомпонентами, спирты);

синтетические жидкие топлива (диметиловый эфир, синтетическое дизельное топливо).

В таблице 1 представлены основные физико-химические и энергетические показатели наиболее распространенных видов альтернативных топлив в сравнении с традиционным дизельным топливом.

Таблица 1 – Сравнительные физико-химические и энергетические показатели альтернативных топлив и дизельного топлива

Показатель	Дизельное топливо	Природный газ (КПГ)	Рапсовое масло	Биодизель (МЭРМ)	Диметиловый эфир
Плотность при 20°С, кг/м³	830–860	0,72	915–920	875–885	660
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	42,5	48,0	37,0–37,5	37,5–38,0	28,8
Низшая теплота сгорания, МДж/л	36,0	-	33,5–34,0	33,0–33,5	19,0
Цетановое число	45–51	-	36–40	51–56	55–60
Содержание кислорода, % масс.	0	0	10–11	10–11	34,8
Кинематическая вязкость при 40°С, мм²/с	2,0–4,5	-	35–40	4,0–5,0	0,25
Температура самовоспламенения, °С	250–300	540–650	320–350	300–320	235

Как видно из представленных данных, большинство альтернативных топлив характеризуются пониженной по сравнению с дизельным топливом теплотой сгорания, что требует соответствующей корректировки топливоподачи для сохранения мощностных показателей двигателя. В то же время наличие химически связанного кислорода в молекулах биотоплив и диметилового эфира способствует более полному сгоранию и снижению эмиссии сажи и продуктов неполного сгорания [4, 5].

Особого внимания заслуживает тот факт, что такие альтернативные топлива, как сжиженный нефтяной газ, спирты и другие, обладают низкими цетановыми числами и неудовлетворительными качествами самовоспламенения, что затрудняет их непосредственное применение в дизелях. В связи с этим данные топлива целесообразно применять в виде добавок к основному дизельному топливу, причем во время работы двигателя, что реализуется с использованием систем топливоподачи с регулированием начального давления [6, 7].

Транспортный сектор оказывает существенное негативное воздействие на экологические системы, являясь одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха в крупных городах и промышленных центрах. Дизельные двигатели, несмотря на более высокую топливную экономичность по сравнению с бензиновыми, характеризуются повышенной эмиссией оксидов азота и твердых частиц (сажи), которые представляют серьезную опасность для здоровья человека и окружающей среды [8, 9].

Образующиеся при работе двигателя на дизельном топливе отработавшие газы содержат широкий спектр вредных веществ, включая оксиды азота, монооксид углерода, несгоревшие углеводороды, сажу, а также тяжелые металлы, которые накапливаются в окружающей среде и попадают в организм человека, способствуя росту онкологических заболеваний [10, 11].

Применение альтернативных топлив позволяет в значительной степени снизить токсичность отработавших газов дизельных двигателей. В таблице 2 представлены обобщенные данные об изменении эмиссии основных токсичных компонентов при использовании различных альтернативных топлив по сравнению с традиционным дизельным топливом [12, 13].

Представленные данные свидетельствуют о том, что применение природного газа в качестве моторного топлива обеспечивает наиболее значительное снижение эмиссии сажи (на 70–90%) и монооксида углерода (на 40–60%), однако сопровождается некоторым увеличением выбросов оксидов азота при работе в газодизельном цикле. Биодизельное топливо и растительные масла, напротив, могут приводить к незначительному росту эмиссии NOx (на 2–10%), что связано с более высокой температурой сгорания вследствие наличия кислорода в молекуле топлива, но при этом обеспечивают существенное снижение выбросов сажи и продуктов неполного сгорания [14].

Таблица 2 – Изменение эмиссии токсичных компонентов отработавших газов дизеля при использовании альтернативных топлив (относительно дизельного топлива), %

Токсичный компонент	Природный газ	Рапсовое масло	Биодизель (МЭРМ)	Этанол (добавка)
Оксиды азота (NOx)	–(20–40)	+(5–10)	+(2–8)	–(10–25)
Монооксид углерода (CO)	–(40–60)	–(20–30)	–(25–45)	–(15–35)
Углеводороды (CHx)	–(30–50)	–(30–40)	–(40–60)	–(20–40)
Сажа (дымность)	–(70–90)	–(40–60)	–(50–70)	–(30–50)
Диоксид углерода (CO_2)	–(20–25)	–(50–80)	–(50–80)	–(10–30)

Экспериментальные исследования тракторного дизельного двигателя, работающего на этаноле и рапсовом масле, продемонстрировали возможность существенного улучшения экологических показателей отработавших газов. Получены важные сведения о концентрации в отработавших газах токсичных компонентов в зависимости от изменения нагрузки и частоты вращения коленчатого вала, что позволяет оптимизировать режимы работы силовой установки для минимизации вредных выбросов [15].

Для комплексной оценки эффективности использования альтернативных видов топлива в дизелях предложена методика оценки энергетических и экологических показателей, основанная на сопоставлении физико-химических, моторных, энергетических, эксплуатационных и экологических показателей альтернативных топлив и стандартного дизельного топлива по ГОСТ 305-82. Энергоэкологический критерий позволяет количественно оценить совокупную эффективность применения того или иного альтернативного топлива с учетом как энергетической ценности топлива, так и экологического ущерба от выбросов вредных веществ. На этапе эксплуатации дизельных двигателей значительный вклад в ущерб окружающей среде от выбросов вредных веществ вносят оксиды азота и твердые частицы. Результаты комплексной оценки показывают, что наибольшую энергоэкологическую эффективность демонстрируют газообразные топлива (природный газ) и биодизельное топливо, что обусловлено сочетанием приемлемых энергетических характеристик и существенного снижения эмиссии наиболее опасных токсичных компонентов [16, 17].

Применение альтернативных топлив в автотракторных дизелях имеет прямое и опосредованное влияние на здоровье населения, прежде всего через снижение эмиссии вредных веществ в атмосферный воздух.

Дизельные двигатели являются значительным источником мелкодисперсных твердых частиц (PM2.5 и PM10), которые способны проникать глубоко в дыхательные пути человека и вызывать серьезные заболевания дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Дизельное топливо выделяет больше оксидов азота и твердых частиц по сравнению с бензином, что делает его особенно опасным для дыхательной системы человека.

Снижение эмиссии сажи и других твердых частиц при использовании альтернативных топлив, особенно газообразных, напрямую способствует улучшению качества атмосферного воздуха в городах и сельской местности, что положительно сказывается на здоровье населения и снижает заболеваемость респираторными и онкологическими заболеваниями [18]. Экономическая целесообразность перевода автотракторных дизелей на альтернативные топлива определяется комплексом факторов, включающих стоимость топлива, затраты на модернизацию двигателя и топливной системы, эксплуатационные расходы, а также срок окупаемости инвестиций. Расчеты годовой экономии и срока окупаемости при переходе от нефтяного дизельного топлива на альтернативные топлива показывают, что наиболее экономически выгодным является применение в качестве моторного топлива природного газа и топлив, получаемых из растительных масел. Это обусловлено относительно низкой стоимостью природного газа и возможностью использования отработанных растительных масел в качестве сырья для производства биодизеля. В то же время высокая себестоимость

производства биодизельного топлива из первичного растительного сырья является одним из основных факторов, сдерживающих его широкое распространение [19].

Проведенный обзор социально-экологических аспектов применения альтернативных топлив в автотракторных дизелях позволяет сделать следующие выводы:

Применение альтернативных топлив в дизельных двигателях обеспечивает существенное снижение эмиссии вредных веществ с отработавшими газами, особенно сажи, монооксида углерода и несгоревших углеводородов, что способствует улучшению качества атмосферного воздуха и снижению негативного воздействия на здоровье населения. Наибольшую экологическую эффективность демонстрируют газообразные топлива (природный газ) и биодизельное топливо, что подтверждается результатами комплексной оценки по энергоэкологическому критерию.

Дальнейшее развитие данного направления требует комплексного подхода, учитывающего технические, экономические, экологические и социальные аспекты, а также совершенствования нормативно-правовой базы и создания эффективной системы государственной поддержки.

Литература

1. Новые источники сырья для биодизеля / Ю. А. Коцарь, Г. А. Головащенко, С. В. Плужников, И. М. Коростышевский // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2011. – № 4. – С. 23-24.

2. Лопатин, О. П. Исследование образования оксидов азота и показателей процесса сгорания в цилиндре дизеля с турбонаддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 в зависимости от угла поворота коленчатого вала / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 205-209. – EDN YFLQZN.

3. Иванникова, Е. М. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания / Е. М. Иванникова, В. Г. Систер, В. Г. Чирков // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2014. – № 13 (153). – С. 35-44.

4. Lopatin, O. P. Chemistry of the process of formation of nitrogen oxides in the combustion chamber of gas-diesel / O. P. Lopatin // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52004. – DOI 10.1088/1742-6596/1515/5/052004. – EDN LOROGU.

5. Lopatin, O. P. Phenomenology of nitrogen oxides formation in a gas-diesel engine / O. P. Lopatin // JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies, Krasnoyarsk, 04 марта 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 1515. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42009. – EDN DGTUCH.

6. Lopatin, O. P. Model for calculating the reaction rates of nitrogen oxide formation in a diesel cylinder / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 16–18 апреля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 862. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62025. – EDN DEIWFY.

7. Матиевский, Д. Д. Обеспечение перспективных экологических норм ДВС за счет применения смесевых биотоплив / Д. Д. Матиевский, С. С. Кулманаков // Двигатели внутреннего сгорания. – 2010. – № 2. – С. 96-99.

8. Лопатин, О. П. Влияние применения метанола на показатели процесса сгорания, объемное содержание и массовую концентрацию оксидов азота в цилиндре дизеля 2Ч 10,5/12,0 при работе с ДСТ в зависимости от угла поворота коленчатого вала на номинальном режиме /

О. П. Лопатин, А. А. Анфилатов // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение" : сборник научных трудов. – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – С. 137-144. – EDN XRQMND.

9. Возможности экономии нефтяного дизельного топлива частичным замещением его альтернативным / Н. Патрахальцев, Д. Соловьёв, И. Мельник, Б. Корнев // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. – 2011. – № 2 (56). – С. 21-24.

10. Лопатин, О. П. Расчет констант скоростей реакций термической диссоциации при сгорании углеводородных топлив в цилиндре дизеля / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин, А. Н. Чувашев // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2009. – Выпуск 7. – С. 97-104. – EDN ZEMDXH.

11. Экологические аспекты использования моторных топлив (Обзор) / С. В. Бойченко, И. А. Шкильнюк, Л. Н. Черняк [и др.] // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2014. – № 5-6. – С. 35-44.

12. Lopatin, O. P. Calculation of the process of nitrogen oxides formation during combustion of methanol in the engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62011. – EDN ZNJJJJ.

13. Lopatin, O. P. Investigation of alternative fuel oxidation kinetics in an internal combustion engine / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 919. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62005. – EDN UHPADY.

14. Льотко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / В. Льотко, В. Н. Луканин, А. С. Хачиян. – Москва : МАДИ, 2000. – 311 с.

15. Лопатин, О. П. Снижение содержания оксидов азота в отработавших газах дизеля с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха 4ЧН 11,0/12,5 при работе на природном газе в зависимости от нагрузки / О. П. Лопатин, М. Л. Скрябин // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение» : сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Российская Академия транспорта - Вятская ГСХА, 2008. – Выпуск 5. – С. 215-219. – EDN VUNJFJ.

16. Ведрученко, В. Р. Комплексная оценка эффективности использования альтернативных видов топлива в дизелях по энергоэкологическому критерию / В. Р. Ведрученко, В. В. Крайнов // Промышленная энергетика. – 2014. – № 5. – С. 50-55.

17. Lopatin, O. P. Integrated diesel engine toxicity reduction system / O. P. Lopatin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, 18–21 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 734. – Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 12199. – EDN JITDAY.

18. Лопатин, О. П. Индикаторные диаграммы тракторного дизеля 4Ч 11,0/12,5 при работе на природном газе с рециркуляцией отработавших газов / О. П. Лопатин, А. В. Россохин, М. А. Олейник // Улучшение эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания : Межвузовский сборник научных трудов. – Санкт-Петербург – Киров : Вятская ГСХА, 2004. – Выпуск 3. – С. 104-107. – EDN XCTTTH.

19. Марков, В. А. Сравнительный анализ альтернативных моторных топлив для дизелей / В. А. Марков, Е. В. Бебенин, С. П. Гладышев // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2014. – № 5 (650). – С. 43-48.

УДК 621.65

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В РЕЖИМЕ НАСОСА

Шевченко А. В.[1] – аспирант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Савиных П. А.[2], д-р техн. наук, профессор
[1]ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия
[2]ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье разработан стенд для проведения приёмо-сдаточных испытаний при различных конфигурациях рабочего колеса и неподвижных лопаток, приведена методика исследования гидравлических характеристик смесительной установки на базе лопастного насоса, работающей в режиме насоса.

Ключевые слова: напор, подача, насос, мощность, жидкость, частота вращения, рабочее колесо, лопатки

Согласно ГОСТ 6134-2007, выделяют тип приёмо-сдаточных испытаний, их следует проводить на номинальном режиме, если другое не оговорено и в условиях стабильного технологического процесса и отсутствия отклонений по контролируемым параметрам от требований нормативной и технической документации. Таким образом для процесса транспортировки смесей необходимо соблюдать ламинарное движение, то есть в целом обеспечить стабильный процесс. По проведенным ранее исследованиям были приведены характеристики приёмо-сдаточных испытаний, которые отобразили искомые параметры, такие как подача, напор, частота вращения, модность и КПД [17].

Разработан стенд (рис.1), позволяющий проводить приёмо-сдаточные испытания установки для приготовления жидких комовых смесей.

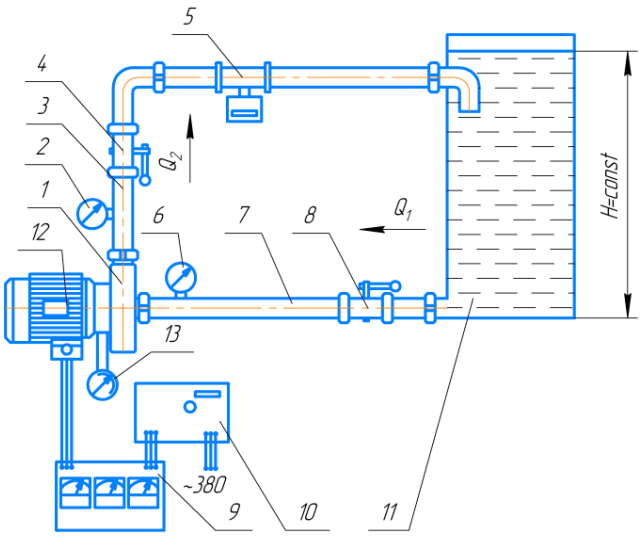


Рисунок 1 – Схема стенда для снятия рабочих характеристик установки:
1 – насос-смеситель; 2 – манометр; 3 – напорный трубопровод;4,8– кран шаровый;
5 – расходомер электромагнитный; 6 – мановакуумметр; 7 – питающей трубопровод;
9 – комплект измерительный DMK-20; 10 – преобразователь частоты; 11 – бак;
12 – асинхронный электродвигатель АИР 100S2 IM 2081; 13 – тахометр.

В бак 11 заливается жидкость (вода), уровень которой постоянен H=const, открывая вентиль 8, жидкость заполняет рабочую камеру установки 1, при этом вентиль 4 закрыт. Когда система будет заполнена водой, начинают проводить испытания. Установку включают, и кран 9 полностью закрыт, снимают показания манометра 2, мановакуумметра 6, и расходомера 5, понятно что при таком первом режиме подача Q=0, затем постепенно открывают кран 4, для удобства смотрят на манометр 2, по шкале которого можно четко устанавливать положения, и

так далее до полного открытия, где Q≠0. Потребляемую мощность по все трём фазам (Uл=380В) контролируют измерительным комплектом 10, частота вращения вала изменяется с помощью частотного преобразователя 10, контролирую ее тахометром 13.

Параметрические испытания насоса были выполнены при разных конфигурациях рабочего колеса и неподвижных лопаток. Общий вид рабочих колес представлен на рисунке 2. Особенностью рабочего колеса с радиальным расположением лопастей является то, что оно занимает весь объём рабочей камеры насоса.



а б в

Рисунок 2 – Общий вид рабочего колеса с криволинейными лопастями с углом 300 (а), с углом 1500 (б) и рабочего колеса с радиальным (в) расположением лопастей

Расположение лопастей радиальное, так как с точки зрения мелкосерийного производства данное изготовление наиболее целесообразно. Лопатки смещены друг от друга по ходу движения на половину угла их установки.

В работах [5,6,7] доказано, что применение неподвижных лопаток, расположенных на торцевых поверхностях корпуса насоса, интенсифицирует процесс смешивания. Поэтому гидравлические испытания будут проводится при различной конфигурации неподвижных лопаток.

Статоры, как и рабочие колёса будут иметь лопатки, расположенные радиально и криволинейно, а также различное количество 12, 18 и 24 шт. (рис. 3).



а б

Рисунок 3 – Общий вид дисков с неподвижными радиальными лопатками (а) и криволинейными (б)

Далее необходимо проводить анализ полученных данных, полученных при испытании. Как указано ранее, по порядку идёт показатель – подача, которая обозначена как Q, которая измеряется расходомером марки ЭРСВ-550Л который сразу же определяет подачу насоса в м3/ч, обозначение будет Qч. Количество повторных измерений будем определять, с учетом отклонений, для этого сначала определяем среднее арифметическое подач [4,7]:

$$\bar{Q}_ч = \frac{Q_{1ч} + Q_{2ч} + \ldots + Q_{nч}}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Q_{iч}, \qquad (1)$$

где n – число повторности опыта (число измерений).

Среднее квадратичное отклонение (стандарта), определяем по формуле:

$$S_i = \sqrt{\frac{(Q_{1ч} - \bar{Q}_ч)^2 + ... + (Q_{nч} - \bar{Q}_ч)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{iч} - \bar{Q}_ч)^2}{n-1}}. \quad (2)$$

По найденному Si выбирают tкр критическое значение критерия Стьюдента, с учетом числа степеней свободы.

Необходимое число измерений определяется по формуле:

$$N = \frac{t_{кр}^2 \cdot S_i^2}{\Delta x^2}, \quad (3)$$

где tкр – критическое значение критерия Стьюдента;

Δx – доверительный интервал, Δx=(0,05…0,1)·Qч.

Показания манометра и мановакуумметра необходимо, для определения напора установки Н. Установка их производится по схеме, представленной на рисунке 4, а напор определяется по формуле:

$$H = 0{,}102 \cdot \frac{P_{M2} - P_{M1}}{\rho} - 0{,}0827 \cdot Q^2 \cdot \left(\frac{1}{d_2^4} - \frac{1}{d_1^4}\right) + \Delta Z_м, \quad (4)$$

где Q – подача для выбранного режима, м3/ч;

РМ2, РМ1 – показания приборов (манометра и мановакуумметра) для измерения давления жидкости, соответственно в сечениях на входе и выходе, Па;

ρ – плотность перекачиваемой жидкости, кг/м3;

d1, d2 – внутренние диаметры, соответственно, входного и выходного трубопровода, в местах измерения давления, м;

ΔZМ – разность отметок положения приборов для измерения давления в мерных сечениях при входе (ZМ1) и на выходе (ZМ2) установки относительно выбранной эталонной (базовой) плоскости, м;

$$\Delta Z_M = (Z_{M2} - Z_{M1}), \quad (5)$$

где ZМ1, ZМ2 – вертикальная отметка положения прибора для измерения давления относительно базовой плоскости, м.

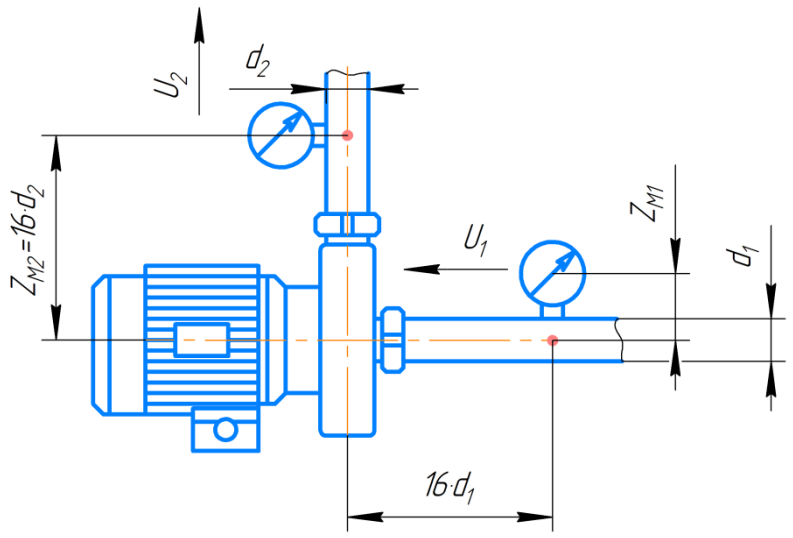


Рисунок 4 – Схема установки приборов для измерения давления:
U1 и U2 – соответственно скорости потока на входе и на выходе из установки

Для определения гидравлических характеристик, также необходимо определять такой показатель как «кавитационный запас», который может оказаться не точным при измерении, из-за качества жидкости, для проведения таких испытаний необходимо регулировать подачу воды шаровым краном 8 (рис.1), таким образом, чтобы подача жидкости была Q=const или

давление на выходе РМ2=const. Для аналитического определения кавитационного запаса, используют следующую формулу:

$$\Delta h(NPSH) = 0{,}102 \cdot \frac{\pm P_{M1} + P_б - P_п}{\rho} + 0{,}0827 \cdot \frac{Q^2}{d_1^4} + Z_{M1}, \qquad (6)$$

где Δh(NPSH) – кавитационный запас для данного режима, м;

Рб – барометрическое давление при испытании установки, Па;

Рп – давление насыщенного пара перекачиваемой жидкости на входе в насос, Па. Данное давление можно определять по справочным данным в зависимости от температуры жидкости.

Полезная мощность установки (отдаваемая мощность) Рп, сообщаемая установкой подаваемой жидкой среде и определяемая зависимостью

$$P_п = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H. \qquad (7)$$

Показателем, характеризующим эффективность использования энергии или коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{P_п}{P} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{P}, \qquad (8)$$

где ρ·g – удельный вес жидкости, Н/м3.

Мощность, расходуемая электродвигателем, который приводит в движение установку, определим по формуле [2,5]:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_ф \cdot I_ф \cdot \cos\varphi = U_л \cdot I_ф \cdot \cos\varphi, \qquad (9)$$

где Uф – фазное напряжение сети, В;

Iф – сила тока фазная, учитывая, что соединение «звезда» то Iф=Iл – линейная сила тока, А;

cosφ – коэффициент мощности электродвигателя.

Частоту вращения измеряем тахометром стробоскопического типа ИТ 5-ЧМ «Термит», для этого снимаем вентилятор воздушного охлаждения или удлиняют вал электродвигателя, и наносим метку, можно использовать фольгу в качестве отражающего элемента. При использовании частотного преобразователя, необходимо контролировать насколько отличается частота вращения, так при стробоскопическом методе частота вращения будет равна:

$$n = \frac{60}{p} \cdot \left(f_c - \frac{Z}{t} \right), \qquad (10)$$

где p – число пар полюсов электродвигателя;

Z – соответственно кажущееся число оборотов метки;

fc – частота сети или частотного преобразователя, Гц;

t – время целого числа Z.

По проведенным испытаниям необходимо приводить параметры к номинальной частоте вращения nн, и если необходимо, то нужно все измеряемые параметры привести в соответствие согласно ГОСТ 6134-2007, так окончательно величины примут вид:

$$Q_н = Q \cdot \frac{n_н}{n}; \qquad (11)$$

$$H_н = H \cdot \left(\frac{n_н}{n} \right)^2; \qquad (12)$$

$$P_н = P \cdot \left(\frac{n_н}{n} \right)^3; \qquad (13)$$

$$\Delta h = h(NPSH) \cdot (1...1{,}3) \cdot \left(\frac{n_н}{n} \right)^2; \qquad (14)$$

$$\eta_н = \eta. \qquad (15)$$

Не забываем, что при построении напорно-энергетической характеристики Q-H(t), необходимо определять номинальные параметры, для этого, определяют по графику максимальную точку коэффициента полезного действия, и далее по ней находят остальные значения.

Таким образом, была изготовлена лабораторная установка (стенд) с возможностью изменения (регулирования) основных параметров и режимов работы лопастного насоса и установки для приготовления жидких кормовых смесей. Разработана методика исследования смесителя в режиме насоса. Дальнейшие исследования будут связаны с получением результатов в виде гидравлических характеристик насоса и определением оптимальных конструктивных параметров.

Литература

1. Коновалов, В. В. Моделирование изменения качества смеси лопастного смесителя на основе технологических параметров / В. В. Коновалов, А. В. Чупшев, М. В. Фомина // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 3 (8). – С. 57-66.

2. Коновалов, В. В. Повышение эффективности средств механизации приготовления и выдачи кормосмесей в свиноводстве : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук : 05.20.01 / Коновалов Владимир Викторович. – Пенза, 2005. – 507 с.

3. Мохнаткин, В. Г. Анализ конструкций установок для приготовления смесей на базе лопастных насосов / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды, стандартов ЕС и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза : XXII Международная научная конференция, Варшава, 20–21 сентября 2016 года. – Варшава : Институт Технологических и Естественных наук в Фалентах, 2016. – С. 97-101.

4. Мохнаткин, В. Г. Исследование процесса смешивания порошкообразных материалов с водой в экспериментальной смесительной установке / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – Выпуск 17. – С. 188-191.

5. Мохнаткин, В. Г. Оценка уровня коэффициента полезного действия и кавитационных качеств центробежных насосов, предназначенных для пищевых сред / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы IV Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : Сборник научных трудов, Киров, 07 февраля 2011 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – Выпуск 12. – С. 95-97.

6. Мохнаткин, В. Г. Параметрические испытания устройства ввода и смешивания порошкообразных компонентов с жидкостью / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы VI Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение" : Сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2013 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – Выпуск 14. – С. 117-121.

7. Мохнаткин, В. Г. Совершенствование конструкции лопастного насоса / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Проблемы интенсификации животноводства с учетом пространственной инфраструктуры и охраны окружающей среды / под научной редакцией В. Романюка. – Фаленты–Варшава : Институт технологических и естественных наук в Фалентах, 2013. – С. 158-162.

8. Мохнаткин, В. Г. Эффективность питающего устройства в установке для приготовления жидких кормовых смесей / В. Г. Мохнаткин, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков

// Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы VII Международной научно-практической конференции "Наука - Технология - Ресурсосбережение" : Сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2014 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – Выпуск 15. – С. 205-208.

9. Никитин, Е. А. Технико-технологический анализ систем приготовления кормовой смеси для КРС / Е. А. Никитин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 2 (31). – С. 53-61.

10. Обзор и анализ конструкций смесительных устройств / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, А. В. Прохоров, Е. Б. Ложкина. – DOI 10.35887/2305-2538-2022-4-91-101 // Наука в центральной России. – 2022. – № 4 (58). – С. 91-101.

11. Отбор проб при оценке качества смешивания / С. М. Ведищев, Н. В. Хольшев, А. В. Прохоров [и др.]. – DOI 10.35887/2305-2538-2023-3-48-56 // Наука в центральной России. – 2023. – № 3 (63). – С. 48-56.

12. Программа и методика испытаний устройства ввода и смешивания порошкообразных компонентов с жидкостью / В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы V Международной научно-практической конференции "Наука-Технология-Ресурсосбережение", посвященной 60-летию инженерного факультета : Сборник научных трудов, Киров, 06 февраля 2012 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – Выпуск 13. – С. 96-100.

13. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 5. – С. 938-948.

14. Солонщиков, П. Н. Оптимизация параметров и режимов работы смесителя жидких кормов при периодическом внесении компонентов / П. Н. Солонщиков // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве : Материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции Киров, 20 декабря 2019 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 239-244. – EDN ALBSWJ.

15. Экспериментальное определение эффективности питающего устройства установки для приготовления жидких кормовых смесей / В. Г. Мохнаткин, М. С. Поярков, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза : XX Международная научная конференция, Варшава, 22–24 сентября 2014 года / Институт технологических и естественных наук в Фалентах, Отделение в Варшаве. – Варшава : Agencja Wydawniczo-Poligraficzna "GIMPO", 2014. – С. 164-166.

16. Экспериментальные исследования устройства ввода и смешивания порошкообразных компонентов с жидкостью / В. Г. Мохнаткин, В. Г. Шулятьев, А. С. Филинков, П. Н. Солонщиков // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы IX Международной научно-практической конференции "Наука – Технология – Ресурсосбережение", Киров, 02 февраля 2016 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – Выпуск 17. – С. 196-199.

17. Шевченко, А. В. Методика исследования гидравлических характеристик смесительной установки в режиме насоса / А. В. Шевченко // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 220-224.

Сельскохозяйственные науки

УДК 617.713-002

АЛГОРИТМЫ НАЗНАЧЕНИЯ МЕСТНОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ПЕРЕДНИХ УВЕИТАХ

Бабкин П. А.[1] – ветеринарный врач
Соломахина Л. А.[2,3] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1] ФКП "Росгосцирк", Самарский госцирк, г. Самара, Россия
[2] ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Россия
[3] Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Передний увеит - это воспаление переднего отдела сосудистой оболочки глаза, включающего радужную оболочку и цилиарное тело. Лечение увеитов у домашних животных требует комплексного подхода. В первую очередь необходимо определить причину патологии и назначить направленное, этиологическое лечение. При этом, помимо специфической терапии, нацеленной на устранение причины, применяется комбинированная местная и системная медикаментозная поддержка, включающая препараты разных фармакологических групп. Чаще всего ветеринарные врачи сталкиваются с трудностями при лечении передних увеитов, поскольку наряду с поражением сосудистой оболочки могут наблюдаться повреждение роговицы или повышение внутриглазного давления. Поэтому, помимо стандартных схем лечения, требуется учитывать сопутствующие патологии и грамотно строить тактику терапии. Успешное лечение зависит от чёткого понимания основных протоколов терапии и способности логически оценивать клиническую картину.

Ключевые слова: ветеринарная офтальмология, животные, передние увеиты, алгоритмы, местное лечение

Введение. Передний увеит - это воспалительный процесс, локализующийся в передней части сосудистой оболочки глаза, включая радужную оболочку и цилиарное тело.
Лечение передних увеитов у домашних животных требует комплексного подхода. В первую очередь необходимо определить причину заболевания и назначить направленное, этиологически обусловленное лечение. При этом, помимо специфической терапии, направленной на устранение причины, применяется комбинированная местная и системная медикаментозная поддержка, включающая препараты различных фармакологических групп.
Часто ветеринарные специалисты сталкиваются с трудностями при назначении лечения передних увеитов, поскольку зачастую к воспалению сосудистой оболочки присоединяется поражение роговицы или повышается внутриглазное давление (ВГД). Следовательно, стандартные схемы терапии требуют корректировки с учётом сопутствующих патологий. Успешное лечение возможно только при чётком понимании патофизиологии, логическом мышлении и знании основных алгоритмов терапии.
В представленной статье мы рассмотрим ключевые схемы местного медикаментозного лечения передних увеитов у собак и кошек, основываясь на том, какие препараты применяются при разных формах течения заболевания, а также как изменяется протокол при поражении роговицы или повышенном ВГД. Эти алгоритмы основаны на многолетнем опыте и помогут начинающим ветеринарным врачам избежать ошибок при лечении пациентов с передними увеитами.

Алгоритмы местного медикаментозного лечения передних увеитов собак и кошек

Алгоритмы выбора тактики местного лечения при передних увеитах у собак и кошек строятся на понимании основных групп препаратов, применяемых для локального воздействия при данных патологиях, а также на способности классифицировать их с учётом результатов исследований - в первую очередь, флюоресцеинового теста и показателей внутриглазного давления.

При лечении передних увеитов применяются различные группы средств: местные кортикостероиды, местные НПВС, мидриатики, антиоксиданты, а также препараты-корнеопротекторы. Для профилактики или контроля осложнений - таких как спаечный процесс, увеальная глаукома - используются местные гипотензивные средства, а также субконъюнктивально или в переднюю камеру глаза вводятся фибринолитики.

Каждая группа местных препаратов, которые используются для лечения передних увеитов важна и выполняет свои функции:

- местные кортикостероиды (воспалительная терапия). Их целесообразно применять в составе комплексных средств, содержащих антибактериальные компоненты, с целью снижения риска усугубления бактериальной инфекции на роговице. Чаще всего в практике используется препарат Макситрол - комбинированное средство, играющее ключевую роль при лечении передних увеитов. Однако его применение противопоказано при язвенном кератите (положительный флюоресциновый тест). Особую осторожность следует проявлять при лечении кошек, поскольку около 90% из них являются носителями вируса герпеса 1 типа, и даже при чётких показаниях и отрицательной реакции на флюоресцеиновое окрашивание назначение местных кортикостероидов может спровоцировать развитие язвенного кератита. В таком случае потребуется отмена гормональных препаратов и назначение дополнительной терапии для заживления роговицы, что после курса гормонов зачастую бывает непросто. Поэтому при лёгкой форме переднего увеита у кошек целесообразно попробовать контролировать воспаление с использованием местных нестероидных противовоспалительных средств без применения кортикостероидов.
- местные нестероидные противовоспалительные средства (противовоспалительная терапия). Местные НПВС незаменимы в стандартных схемах лечения, включая случаи сопутствующего язвенного кератита, однако при переднем увеите рекомендуется применять препараты последнего поколения в минимальной дозировке - 1–2 раза в сутки. В нашей клинической практике уже не первый год успешно используется Броксинак, при этом заживление роговицы протекает без осложнений. Примечательно, что препарат обладает длительным действием, что значительно повышает удобство терапии.
- местные мидриатики/иридоциклоплегики (расширение зрачка для предотвращения и устранения спаек; обезболивание за счёт снятия спазма цилиарной мышцы; снижение экссудации благодаря сосудосуживающему действию). Эффективность зависит от выбранного препарата. Так, Атропин 1% обеспечивает выраженный мидриатический и обезболивающий эффект, но не оказывает влияния на экссудацию; его не назначают при сухом кератоконъюнктивите и при повышенном ВГД, тогда как при пониженном внутриглазном давлении он даёт отличный результат. Фенилэфрин 2,5% и комбинированные средства с его содержанием (Мидримакс, Феникамид и др.) кроме мидриаза способны уменьшить экссудацию за счёт сосудосуживающего действия.
- местные антиоксидантные средства (антиоксидантная терапия, нормализация метаболизма). В клинической практике чаще всего применяется Эмоксипин 1% / Эмоксиоптик 1%, который используется в качестве вспомогательного препарата при передних увеитах. Эмоксипин 1% снижает проницаемость сосудистой стенки, обладает антигипоксантными и антиоксидантными свойствами, оказывает ангиопротекторное действие, улучшает микроциркуляцию, а также проявляет антитоксическое воздействие. Несмотря на указание в инструкции к применению при кератитах, при язвах роговицы препарат не используется из-за сильного жжения и возможного болевого ощущения у пациентов.
- местные гипотензивные средства (профилактика и лечение осложнений в виде увеальной глаукомы). При увеитах внутриглазное давление изначально снижено - воспалённое цилиарное тело уменьшает продукцию водянистой влаги. Однако скопление воспалительных продуктов в передней камере глаза и нарушение оттока жидкости могут привести к быстрому развитию увеальной глаукомы. Поэтому при повышении ВГД выше 14 мм рт.ст. обязательно включение в схему лечения гипотензивных препаратов. Учитывая, что не все группы таких средств подходят при увеитах, для кошек рекомендованы Дорзопт+/Косопт

(дорзоламид + тимолол), а для собак - дополнительно бримонидин. Противопоказано применение аналогов простогландинов (латанопрост и подобные), поскольку они могут усилить воспалительный процесс и являются миотиками, что может вызвать спаечный процесс радужной оболочки.

- местные антиколлагеназные средства (профилактика и лечение осложнений в виде язвенного кератита). Как правило, в качестве такого препарата применяется сыворотка крови самого животного или донора. Для кошек его назначают профилактически из-за высокой вероятности рецидива герпетического кератита, для собак - только при наличии уже существующей язвы роговицы. Учитывая, что в схему лечения уже включены пять групп препаратов, добавление шестой может вызвать сложности для владельца, поэтому антиколлагеназные средства назначаются не всегда, особенно в профилактических целях.
- местные корнеопротекторы (профилактика и лечение осложнений в виде язвенного кератита). Эти средства включаются в протокол лечения передних увеитов как вспомогательная мера для снижения риска развития язв на фоне применения местных кортикостероидов, НПВС, Атропина 1% и гипотензивных препаратов. Наиболее часто в клинической практике используется комплексный препарат Рекавери гель.

Протокол местного лечения переднего увеита при нормальном ВГД и отрицательном окрашивании роговицы

- Местные кортикостероидные препараты

Макситрол/Тобрадекс/ФлоасТ/Гаразон/Офтан Дексаметазон и т.д. по 1-2 капли х 6 раз в день в первый день и далее х 4 раза в день ориентировочно 30 дней.

- Местные НПВС

Броксинак/Неванак/Акьюлар/Диклоф/Вольтарен/Индоколлир и т.д. по 1-2 капли х 1-4 раза в день ориентировочно до двух месяцев.

- Местные мидриатики

Атропин 1%/Мидриацил 1%/Феникамид/ Мидримакс/ Фенилэфрин 2.5% и т.д. по 1-2 капли х 1-4 раза в день ориентировочно 7-21 день под строгим контролем ВГД.

- Местные антиоксидантные препараты

Эмоксипин 1%/Эмоксиоптик 1% по 1-2 капли х 3-4 раза в день ориентировочно 30-60 дней. При хорошей переносимости можно применять до 6 месяцев.

- Местные корнеопротекторы

Рекавери гель/ Корнерегель/Оквис/ Сферо Око/Баларпан/Стиллавит/Корнерегель и т.д. по 1-2 капли х 4-8 раз в день ориентировочно 30-60 дней и более при необходимости.

Протокол местного лечения переднего увеита при повышенном ВГД и отрицательном окрашивании роговицы

- Местные кортикостероидные препараты

Макситрол/Тобрадекс/ФлоасТ/Гаразон/Офтан Дексаметазон и т.д. по 1-2 капли х 6 раз в день в первый день и далее х 4 раза в день ориентировочно 30 дней.

- Местные НПВС

Броксинак/Неванак/Акьюлар/Диклоф/Вольтарен/Индоколлир и т.д. по 1-2 капли х 1-4 раза в день ориентировочно до двух месяцев.

- Местные мидриатики

В данном случае категорически нельзя применять Атропин 1%, с осторожностью Феникамид/Мидримакс (после стабилизации ВГД). Наиболее безопасен в данном случае Фенилэфрин 2.5% по 1-2 капли х 1-3 раза в день под строгим контролем ВГД.

- Местные антиоксидантные препараты

Эмоксипин 1%/Эмоксиоптик 1% по 1-2 капли х 3-4 раза в день ориентировочно 30-60 дней. При хорошей переносимости можно применять до 6 месяцев.

- Местные гипотензивные препараты +/- Системные гиперосматики (Маннит 15%)

Cosopt/Дорзопт+ по 1 капле х 2-4 раза в день до стабилизации ВГД для кошек; Cosopt/Дорзопт+ +/- Бримонидин 0.2%/ Альфаган 0.15% по 1 капле х 2-4 раза в день до стабилизации ВГД для собак.

Маннит 15%: 5-10.5 мл внутривенно капельно за 20 мин.

- Местные корнеопротекторы

Рекавери гель/ Корнерегель/Оквис/ Сферо Око/Баларпан/Стиллавит/Корнерегель и т.д. по 1-2 капли х 4-8 раз в день ориентировочно 30-60 дней и более при необходимости.

Протокол местного лечения передних увеитов при нормальном ВГД и положительном окрашивании роговицы

- Местные антибактериальные препараты

Флоксал/Максифлокс по 1-2 капле х 8 раз в день до заживления роговицы.

- Местные антиколлагеназные препараты

Сыворотка крови по 1-2 капле х 8 раз в день до заживления роговицы.

- Местные НПВС

Броксинак/Неванак по 1-2 капли х 1-2 раза в день ориентировочно до двух месяцев. Применять очень аккуратно с оценкой динамики по флюоресциновому тесту. При появлении отрицательной динамики в виде увеличения язвенного дефекта снизить кратность закапывания или отменить.

- Местные мидриатики

Атропин 1% в данном случае применять не желательно, так как он может снизить слезопродукцию и противопоказан животным с сухим кератоконъюнктивитом.

Мидриацил 1%/Феникамид/ Мидримакс/ Фенилэфрин 2.5% и т.д. по 1-2 капли х 1-4 раза в день ориентировочно 7-21 день под строгим контролем ВГД.

В данном случае наилучшим вариантом будет применение Феникамида или Мидримакса по 1-2 капли х 1-3 раза в день ориентировочно 7-21 день под строгим контролем ВГД.

- Местные корнеопротекторы

Рекавери гель/ Корнерегель/Оквис/ Сферо Око/Баларпан/Стиллавит/Корнерегель и т.д. по 1-2 капли х 8 раз в день ориентировочно 30-60 дней и более при необходимости.

Протокол местного лечения передних увеитов при повышенном ВГД и положительном окрашивании роговицы

- Местные антибактериальные препараты

Флоксал/Максифлокс по 1-2 капле х 8 раз в день до заживления роговицы.

- Местные антиколлагеназные препараты

Сыворотка крови по 1-2 капле х 8 раз в день до заживления роговицы.

- Местные НПВС

Броксинак/Неванак по 1-2 капли х 1-2 раза в день ориентировочно до двух месяцев. Применять очень аккуратно с оценкой динамики по флюоресциновому тесту. При появлении отрицательной динамики в виде увеличения язвенного дефекта снизить кратность закапывания или отменить.

- Местные гипотензивные препараты +/- Системные гиперосматики (Маннит 15%)

Cosopt/Дорзопт+ по 1 капле х 2-4 раза в день до стабилизации ВГД для кошек; Cosopt/Дорзопт+ +/- Бримонидин 0.2%/ Альфаган 0.15% по 1 капле х 2-4 раза в день до стабилизации ВГД для собак.

Маннит 15%: 5-10.5 мл внутривенно капельно за 20 мин.

- Местные мидриатики

В данном случае категорически нельзя применять Атропин 1%, с осторожностью Феникамид/Мидримакс (после стабилизации ВГД). Наиболее безопасен в данном случае Фенилэфрин 2.5% по 1-2 капли х 1-3 раза в день под строгим контролем ВГД.

- Местные корнеопротекторы

Рекавери гель/ Корнерегель/Оквис/ Сферо Око/Баларпан/Стиллавит/Корнерегель и т.д. по 1-2 капли х 4-8 раз в день ориентировочно 30-60 дней и более при необходимости.

Выводы. Овладение базовыми алгоритмами местного медикаментозного лечения передних увеитов у собак и кошек имеет ключевое значение для работающих офтальмологов, особенно начинающих специалистов, что обеспечит точное, оперативное и результативное лечение пациентов с передними увеитами без ошибок.

Литература

1. Gelatt, K. N. Essentials of Veterinary ophthalmology. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
2. Ophthalmology for the Veterinary Practitioner / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé,W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. – Germany, 2007.
3. Petersen, J. S., Crispin, S. BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology. BSAVA.Spain, 2002.
4. Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
5. Veterinary Ocular Pathology a comparative review / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
6. Veterinary ophthalmology / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
7. Veterinary ophthalmology / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. – 6th ed.

УДК 617.713-002

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МЕСТНОГО МЕДИКАМЕНТОЗНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕДНИХ УВЕИТОВ

Витте М. В.[1] – ветеринарный врач
Соломахина Л. А.[2,3] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1] Ветеринарная клиника Леопольд, г. Пермь, Россия
[2] ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Россия
[3] Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Передний увеит - это воспалительный процесс, локализующийся в передней части сосудистой оболочки глаза, к которой относятся радужная оболочка и цилиарное тело. Редко бывает, чтобы воспалялась только одна из этих структур - обычно наблюдается одновременное поражение и той, и другой, что и называется иридоциклитом или передним увеитом. В зависимости от выраженности клинических проявлений передний увеит условно подразделяют на лёгкую, среднюю и тяжёлую степени тяжести. Клиническая картина увеита разнообразна и часто складывается из нескольких симптомов, хотя на начальных этапах может проявляться лишь незначительное помутнение внутриглазной жидкости - признак, который легко упустить, особенно при недостаточной осмотрительности врача, особенно если в распоряжении клиники отсутствует щелевая лампа. При биомикроскопии в срезе между двумя лучами даже минимальное помутнение хорошо заметно. По мере усиления воспаления к помутнению ВГЖ присоединяются другие признаки: снижение внутриглазного давления, отёк и гиперемия радужки, узелковые образования на радужке, преципитаты на эндотелии роговицы, а также наличие фибрина, крови или гноя в передней камере глаза. С прогрессированием увеита возможны такие осложнения, как увеальная глаукома, передние и задние синехии, бомбаж радужной оболочки, поствоспалительная катаракта, люксация хрусталика, отслойка сетчатки и другие. Наиболее тяжёлым последствием переднего увеита является фтизис (субатрофия глазного яблока), возникающий вследствие агрессивного

воспаления с выраженным снижением продукции внутриглазной жидкости цилиарным телом. Это необратимое состояние, не поддающееся лечению. Оптимальная тактика - профилактика фтизиса за счёт своевременного и адекватного назначения терапии при переднем увеите.

Ключевые слова: ветеринарная офтальмология, животные, увеит, передний увеит, лечение

Введение. Передний увеит - воспалительный процесс, затрагивающий передние структуры глаза: радужную оболочку и цилиарное тело. Изолированное поражение одной из этих областей встречается редко, чаще наблюдается одновременное вовлечение и той, и другой, что и лежит в основе диагноза иридоциклита или переднего увеита.

Клиническая картина переднего увеита может варьироваться, часто проявляясь сочетанием различных симптомов. Исключение составляют начальные стадии болезни, когда проявляется лишь незначительное помутнение внутриглазной жидкости. Этот признак зачастую не выявляется из-за нехватки опыта у врача, особенно при отсутствии щелевой лампы - даже минимальные изменения становятся заметными при биомикроскопии при наложении двух лучей. По мере прогрессирования воспаления к помутнению ВГЖ присоединяются другие признаки: снижение внутриглазного давления, отек и гиперемия радужки, узелковые образования на ней, преципитаты на эндотелии роговицы, а также наличие фибрина, крови или гноя в передней камере глаза.

В ходе развития переднего увеита возможны осложнения: увеальная глаукома, передние и задние синехии, бомбаж радужки, поствоспалительная катаракта, люксация хрусталика, отслойка сетчатки и иные патологии. Самым тяжелым исходом считается фтизис (субатрофия глазного яблока), возникающий при сильном воспалении с выраженным снижением продукции внутриглазной жидкости цилиарным телом. Это необратимое состояние, не поддающееся лечению. Поэтому ключевая задача - вовремя и правильно назначить терапию переднего увеита, чтобы предотвратить развитие фтизиса.

Особенности местного медикаментозного лечения передних увеитов

При лечении передних увеитов используются различные группы местных препаратов: местные НПВС, местные глюкокортикостероиды, местные мидриатики, гипотензивные средства, антиоксиданты, антиколлагеназные препараты, а также корнеопротекторы. По нашему мнению, ключевыми средствами для контроля воспаления и уменьшения экссудации выступают НПВС, местные глюкокортикостероиды и мидриатики. Особенно эффективны комбинированные мидриатики, например, содержащие тропикамид и фенилэфрин, поскольку обеспечивают выраженный мидриаз (благодаря тропикамиду) без значительного повышения ВГД и способствуют снижению экссудации (за счёт фенилэфрина). Остальные группы препаратов носят вспомогательный характер и направлены на профилактику осложнений или на коррекцию уже сложившихся патологий.

1. Местные нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП).

Являются ключевой группой лекарств при лечении передних увеитов, обладая выраженным противовоспалительным и обезболивающим действием.

Осторожное применение рекомендуется при язвенном кератите, особенно у кошек. В таких случаях целесообразно использовать минимальную частоту закапывания и только НПВП нового поколения, например, Броксинак или Неванак.

Частота закапывания - 1–4 раза в сутки (в зависимости от типа препарата: пролонгированный или нет; например, Броксинак - пролонгированный).

Продолжительность терапии - примерно 30–60 дней. Следует учитывать, что восстановление гематоофтальмического барьера происходит за 60 дней, поэтому прерывать курс лечения не рекомендуется.

2. Местные кортикостероидные препараты.

Являются ключевой группой лекарственных средств при лечении передних увеитов, обладая выраженным противовоспалительным действием.

Применение строго запрещено при язвенном кератите.

Считаем нецелесообразным использование комбинированных препаратов, содержащих антибиотик и кортикостероид, поскольку при местном применении кортикостероидов на поверхности глаза количество бактериальной флоры может возрасти в 13–15 раз, что негативно скажется на состоянии роговицы и приведёт к развитию язвенного кератита. Комбинированное применение местных антибиотиков и кортикостероидов позволяет снизить риск появления язвы роговицы.

К основным представителям этой группы относятся: Флоас Т, Тобрадекс, Макситрол (комбинированные препараты - антибиотик местного действия + кортикостероид).

Также используются: Офтан Дексаметазон, глазные капли дексаметазона, капли преднизолона 0.5% и 1% (местные кортикостероиды).

Частота закапывания - 4–6 раз в день (в первый день - 6 раз, далее - 4 раза в день).

Продолжительность терапии - примерно 30 дней.

3. Местные мидриатики.

Являются ключевой группой лекарственных средств при лечении передних увеитов, обладающих мидриатическим, обезболивающим и вазоконстрикторным действием.

Выбор конкретного препарата определяет особенности терапевтического эффекта. Так, Атропин 1% обеспечивает выраженный мидриатический и анальгетический эффект, однако не оказывает сосудосуживающего действия и не снижает экссудацию. Напротив, Фенилэфрин 2,5% в одиночном применении или в составе комбинированных средств (Феникамид, Мидримакс и др.) проявляет мощный вазоконстрикторный эффект, что способствует уменьшению экссудации, но не обладает выраженным обезболивающим действием и не обеспечивает достаточного мидриаза. Комбинирование различных мидриатиков позволяет достичь комплексного эффекта.

К основным представителям этой группы относятся: Мидриацил, Феникамид, Атропин 1%, Мидримакс, Фенилэфрин 2,5% и другие.

Частота закапывания -1–4 раза в сутки (в среднем 2–3 раза), с тщательным контролем ВГД.

Продолжительность терапии -примерно 2–4 недели.

4. Местные гипотензивные препараты.

Являются ключевой вспомогательной группой при лечении передних увеитов, применяются для профилактики увеальной глаукомы и устранения приступа этого осложнения.

К основным представителям относятся: Cosopt/Дорзопт+, Бримонидин 0.2%/Альфаган 0.15%. Учитывая особенности, для кошек рекомендуется использовать исключительно Cosopt/Дорзопт+, а для собак - при необходимости добавить Бримонидин 0.2%/Альфаган 0.15% при недостаточной эффективности. Прочие гипотензивные средства при передних увеитах не назначаются.

Для профилактики увеальной глаукомы возможно применение монопрепаратов этой группы, например, Ксонеф 0.5% - 1–2 раза в день.

Частота закапывания - 1–4 раза в сутки с обязательным контролем внутриглазного давления.

Продолжительность терапии – до стабилизации ВГД.

5. Местные антиоксидантные препараты.

Являются значимой вспомогательной группой лекарств при терапии передних увеитов.

Не рекомендуются к применению при наличии язвенного кератита, поскольку могут спровоцировать дискомфорт в глазах.

К основным представителям относятся: Эмоксипин 1%/Эмоксиоптик 1%.

Частота закапывания - 3–4 раза в сутки.

Продолжительность курса - примерно 2–6 месяцев.

6. Местные антиколлагеназные препараты.

Являются очень важной вспомогательной группой препаратов для профилактики и комплексного лечения язвенного кератита, так как зачастую, особенно у кошек, существует

высокая вероятность развития язв роговицы на фоне местного применения кортикостероидов, НПВС, Атропина 1%, гипотензивных препаратов.

Основными представителями данной группы препаратов являются: Сыворотка крови или ЭДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота

Кратность закапывания 4-8 раз в день. В случае тяжелых язвенных кератитов для создания максимальной концентрации препарата на глазной поверхности можно использовать каждые 10 минут в течение 1 часа и далее в стандартном протоколе лечения 4-8 раз в день.

Курс лечения- до заживления язвенного дефекта; если препарат используется с профилактикой на фоне местного применения кортикостероидов, то ориентировочно 30 дней.

7. Местные антибактериальные препараты.

Являются важной вспомогательной группой лекарственных средств при профилактике и комплексном лечении язвенного кератита.

При появлении язвы роговицы на фоне проводимого лечения местные кортикостероиды отменяют, а вместо них назначают местные антибактериальные и антиколлагеназные препараты.

К основным представителям этой группы относятся: Флоксал, Офтаквикс, Максифлокс и др.

Частота закапывания - 4–8 раз в сутки. При тяжелом течении язвенного кератита для достижения высокой концентрации препарата на поверхности глаза допускается закапывание каждые 10 минут в течение первого часа, после чего переходят к стандартному режиму - 4–8 раз в день.

Продолжительность терапии - до полного заживления язвенного дефекта.

8. Местные корнеопротекторы.

Являются ключевой вспомогательной группой лекарственных средств при профилактике и комплексном лечении язвенного кератита, включены в каждый алгоритм терапии. Возможна комбинация различных корнеопротекторов для оптимизации процесса заживления роговицы.

К основным представителям этой группы относятся: Корнерегель, Рекавери гель, Сферо Око, Оквис и другие.

Частота применения - 4–8 раз в сутки (при тяжелом течении заболевания - каждые 60 минут).

Длительность лечения - до полного заживления язвенного дефекта; при профилактическом применении на фоне местного использования кортикостероидов - ориентировочно 30–60 дней.

Препараты разных групп применяются друг за другом в отступе 5–10 минут. В начале закапываются жидкие лекарственные средства, в последнюю очередь гелевые формы.

Для исключения самотравмирования глаза важно обеспечить животному ношение защитного воротника.

Выводы. Овладение особенностями местного медикаментозного лечения передних увеитов и умение грамотно применять эти знания на практике имеет ключевое значение для работающих офтальмологов, поскольку передние увеиты в ветеринарии являются острыми состояниями, и при промедлении с оказанием помощи животное может потерять зрение всего за 24–72 часа. Лечение должно назначаться не по заранее установленному шаблону, а с учётом логического анализа, учитывающего все особенности течения заболевания у конкретного пациента: исходя из стандартного протокола, он корректируется с учётом результатов офтальмологического обследования.

Литература

1. Gelatt, K. N. Essentials of Veterinary ophthalmology. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.

2. Ophthalmology for the Veterinary Practitioner / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé,W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.

3. Petersen, J. S., Crispin, S. BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology. BSAVA.Spain, 2002.
4. Veterinary Ocular Pathology a comparative review / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
5. Veterinary ophthalmology / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
6. Veterinary ophthalmology / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. – 6th ed.

УДК 579.67

ОСОБЕННОСТИ ФЕРМЕНТАЦИИ ЛЮЦЕРНЫ: РОЛЬ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Володина Е. А – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Назарова Я. И., канд. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Люцерна относится к несилосующимся культурам из-за низкого содержания сахара и высокой буферной емкости. В статье показано, что традиционное провяливание до 45% сухого вещества не обеспечивает «физиологической сухости» и не исключает накопления масляной кислоты в корме. Установлено, что повышение сухого вещества до 30% и более вызывает осмотический стресс у молочнокислых бактерий, замедляя подкисление и создавая условия для нежелательной микрофлоры. В отличие от злаков, люцерна не содержит значительного количества бактерий кишечной группы, что снижает конкуренцию за сахара. Оптимальной технологией признано интенсивное провяливание до 40% сухого вещества совместно с использованием осмотолерантных штаммов молочнокислых бактерий, обеспечивающее быстрое снижение pH и подавление маслянокислого брожения.

Ключевые слова: люцерна, силосование, сенажирование, провяливание, буферная емкость, масляная кислота, молочнокислые бактерии, осмотический стресс, сбраживаемость, бактерии кишечной группы

Люцерна – особенная культура. Дело не только в том, что она бедна сахаром и обладает высокой буферной емкостью, что предопределяет ее принадлежность к группе несилосующихся растений [2]. Значительное влияние на результат консервирования оказывают биологические особенности этого вида, поэтому люцерну чаще предпочитают сенажировать в провяленном до содержания сухого вещества 45% и более виде [3]. Однако и в люцерновом сенаже нередко накапливается некоторое количество масляной кислоты. Этот факт не согласуется с существующими теоретическими представлениями, согласно которым сохранность провяленной до 45% сухого вещества растительной массы обеспечивается за счет создания в ней «физиологической сухости» и, следовательно, не зависит от содержания сахара и буферных соединений, а значит, и степени подкисления.

К положительным факторам, обуславливающим высокую сохранность люцернового сенажа, относили и особенности химического состава культуры. Помимо высокого содержания белка, люцерна характеризуется наличием большого количества пектина – до 12% в расчете на сухое вещество [10]. До недавнего времени полагали, что чем богаче растения белками и пектиновыми веществами, тем больше влаги они содержат в связанном, недоступном для бактерий состоянии. Очевидно, это и послужило основанием для того, что, несмотря на полученные многими авторами отрицательные результаты, некоторые исследователи до сих пор рекомендуют силосовать люцерну в провяленном до 35% сухого вещества виде. Однако еще в середине прошлого века П.А. Ребиндер доказал, что вода, связанная белком и пектином – это наименее связанная вода [5]. Важно и то, что снижение влажности до 45–50% путем

провяливания не приводит к достижению физиологической сухости растений, что подтверждается изучением активности воды (Ав) в конечном продукте.

Пригодность растительной массы для силосования на основе химического состава трав стали называть «сбраживаемостью» [8]. Основными параметрами сбраживаемости выступают содержание сухого вещества (СВ), сахара (С) и буферная емкость (БЕ) силосуемой массы, которые в зависимости от своих количественных значений могут оказывать благоприятное или негативное влияние на результат силосования. От содержания сухого вещества зависит интенсивность и, главное, направление процесса брожения, что определяет размер потерь и биохимические показатели корма. При этом, вопреки бытующему мнению, провяливание трав до содержания сухого вещества 30% и более в большинстве случаев ухудшает их сбраживаемость. Это связано с угнетением молочнокислого брожения и низкой активностью воды в растительных клетках, что приводит к задержке подкисления провяленной массы и, в последствии, к развитию в ней нежелательных микробиологических процессов [6].

Объясняется это тем, что при развитии на провяленной зеленой массе молочнокислые бактерии испытывают «осмотический стресс», ответной реакцией на который служит торможение их размножения. Поскольку в процессе размножения молочнокислые бактерии практически не продуцируют молочную кислоту, удлинение этого периода приводит к существенному замедлению скорости подкисления силоса. Общим для всех трав, выращенных на низком фоне азотного питания и силосуемых в провяленном виде, является то, что замедление подкисления неизменно служит причиной накопления в корме некоторого количества масляной кислоты [1].

Однако в зависимости от вида растений последствия возникновения нежелательных микробиологических процессов при силосовании в провяленном виде неодинаковы. Наибольшее негативное влияние провяливание оказывает при силосовании злаковых трав, что во многом обусловлено составом их эпифитной микрофлоры. Исследования показали [11], что на поверхности злаковых трав численность бактерий кишечной палочки очень высока – достигает 10^5–10^6 КОЕ на 1 г зеленой массы и не изменяется ни от срока вегетации растений, ни от погодных условий. К аналогичному заключению пришли и отечественные авторы [30]. Указанные виды бактерий в значительно большей степени, чем молочнокислые, приспособлены к условиям брожения на провяленной массе.

Повышение содержания сухого вещества в растениях до 30% и более и связанное с этим замедление подкисления корма создают практически идеальные условия для их продолжительного развития. Бактерии кишечной группы, являясь прямыми конкурентами молочнокислых бактерий по использованию сахара, создают его дефицит в силосуемой массе, что нередко становится причиной вторичной ферментации и накопления значительного количества масляной кислоты и продуктов гнилостного распада белка.

В отличие от злаковых трав, силосование провяленной люцерны протекает более благоприятно. Впервые в 30-х годах прошлого столетия на это обратил внимание А.М. Михин. В опытах по изучению значения влажности при силосовании люцерны он установил, что даже при содержании сухого вещества 33,5% корм успешно подкисляется до pH 4,3, то есть сахар преимущественно используется молочнокислыми бактериями.

Именно маслянокислое брожение является главной причиной порчи люцернового силоса, и на его подавление должны быть направлены все технологические приемы. Бактерии кишечной группы, активно функционирующие в силосе из провяленных злаковых трав, в случае с люцерной не получают сколько-нибудь заметного развития. В отличие от злаков, люцерна и другие бобовые травы не содержат на поверхности листьев значимого количества бактерий кишечной группы [9], и эти микроорганизмы не имеют существенного роста в процессе силосования провяленной люцерны, что, очевидно, обусловлено дефицитом сахара в такой массе.

Интенсивное провяливание люцерны до относительно высокого содержания сухого вещества способствует значительному снижению образования аммиака в процессе силосования, в том числе и при использовании добавок молочнокислых бактерий. Это означает,

что под влиянием бактериального препарата накопление аммиака хотя и снижается, но решающую роль в его сокращении все же играет содержание сухого вещества.

Для создания условий эффективного использования препаратов молочнокислых бактерий необходимо, прежде всего, повысить сбраживаемость люцерны, что, как уже отмечалось, достигается интенсивным провяливанием до содержания сухого вещества около 40%. Во-первых, это способствует снижению накопления аммиака в корме и, следовательно, его буферной емкости. Во-вторых, увеличение содержания сухого вещества в люцерне до указанного значения позволяет устранить развитие маслянокислых бактерий уже при pH 4,75, тогда как при силосовании свежескошенных растений это достигается только при pH 4,2 и ниже [7].

Обеспечить это возможно путем провяливания люцерны с одновременной активизацией молочнокислого брожения, что дает быстрое снижение активной кислотности корма до критического значения pH. Такая цель может быть достигнута при быстром провяливании люцерны до содержания сухого вещества около 40% и силосовании с добавлением препаратов, содержащих осмотолерантные штаммы молочнокислых бактерий [4].

Литература

1. The Ecology of Acidobacteria: Moving beyond Genes and Genomes / A. M. Kielak, C. C. Barreto, G. A. Kowalchuk, J. A. van Veen, E. E. Kuramae // Frontiers in Microbiology. – 2016. – Vol. 7. – 744.

2. McKersie, B. Chandes in the levels of proteolytic en zumes in ensiled altalfa fokage / B. McKersie, G. Buchanah-Smith // Canadian journal of plantscience. – 1982. – V. 62, N1. – p. 111-116.

3. ГОСТ Р 55452-2021. Сено и сенаж. Общие технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введен 2022-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2021. – 12 с.

4. Победнов, Ю. А. Биологические основы силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий (обзор) / Ю. А. Победнов, В. М. Косолапов //Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 2. – С. 58-269.

5. Победнов, Ю. А. Препараты молочнокислых бактерий при силосовании: теория, проблемы и перспективы применения / Ю. А. Победнов, Б. А. Осипян // Адаптивное кормопроизводство. – 2013. – № 1 (13). – С. 21-30.

6. Подольников, В. Е. Кормовые добавки в животноводстве : учебное пособие / В. Е. Подольников. – Брянск : Брянский ГАУ, 2023. – 116 с.

7. Стейниер, Р. Мир микробов : в 3 т. Т. 2 / Р. Стейниер, Э. Эдельберг, Дж. Ингрэм. – Москва : Мир, 1979. – 334 с.

8. Худякова, Х. К. Оценка уровня растворимых углеводов в люцерне и применение технологий искусственного интеллекта / Х. К. Худякова, Е. В. Худякова, М. Н. Степанцевич // Тимирязевский биологический журнал. – 2024. – № 3. – С. 14-24.

9. Шифер, К. Люцерна: привлекательность возделывания и возможности силосования / К. Шифер, О. Штайнхёфель, Б. Надь // Новое сельское хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 74-78.

УДК 633.16: 632.952: 631.559

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТРЁХКОМПОНЕНТНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ РОДНИК ПРИКАМЬЯ

Глазырин И. С. – аспирант 3 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Емелев С. А., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Использование протравителей – действенный способ повысить качество посевов ярового ячменя. Защищая семена на ранних этапах развития, такие препараты создают условия для успешного роста культуры. В ходе опыта исследовали физиологическое воздействие и хозяйственную целесообразность применения трёхкомпонентных протравителей на посевах ярового ячменя сорта «Родник Прикамья».

Ключевые слова: яровой ячмень, протравители семян, полевая всхожесть, урожайность

Фитосанитарное состояние семян зерновых культур в мире демонстрирует устойчивую негативную динамику. Особенно тревожным фактором выступает рост распространённости возбудителей корневых гнилей, характеризующихся высокой вредоносностью [8, 10]. Исследования семенного материала ярового ячменя в разных регионах РФ выявили высокую степень заражённости патогенами, вызывающими корневые гнили. До 70–90% семян поражены такими возбудителями, как Cochliobolus sativus, представители рода Fusarium (включая F. pseudo-graminearum, F. graminearum, F. avenaceum и F. culmorum) и грибы рода Alternaria. На сегодняшний день наиболее эффективным способом сдерживания этой инфекции остаётся протравливание семян [4, 12]. Широкий ассортимент протравителей семян, применяемых в современном растениеводстве, обуславливает необходимость оптимизации их перечня и выбора наиболее эффективных препаратов.

На кафедре агробиотехнологии, ландшафтной архитектуры и пищевых производств Вятского ГАТУ выполнены экспериментальные исследования, направленные на изучение мутагенного и физиологического воздействия излучений, пестицидов и агрохимикатов (включая фитогормоны, регуляторы роста, биопрепараты и другие средства) на яровой ячмень [2,3,8].

В рамках данного исследования объектом изучения выступил яровой ячмень сорта «Родник Прикамья». Обработка семян проводилась непосредственно в день посева согласно экспериментальным вариантам, представленным в таблице 1. Норма расхода рабочей жидкости составила 20 л/т семян. В качестве контрольного варианта использовались семена, обработанные дистиллированной водой с той же нормой расхода – 20 л/т.

Сорт ярового ячменя «Родник Прикамья» разработали учёные ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого совместно с коллегами из Пермского НИИСХ. Сорт созревает всего за 80 дней – это среднеспелая культура с отличными показателями урожайности.

«Родник Прикамья» выделяется не только быстрым созреванием, но и крупным зерном, хорошей кустистостью и высокой массой зерна с каждого растения. Внешне сорт легко узнать: у него полупрямостоячий куст, рыхловатый цилиндрический колос с восковым налётом и длинные зазубренные ости.

Благодаря своим качествам сорт включён в список ценных по качеству сортов Российской Федерации – это официальное признание его высоких потребительских и хозяйственных свойств [5,13].

В данном опыте применялись трёхкомпонентные протравители семян, два из них отечественных фирм (ЗемлякоФФ, Агрохим XXL) и один зарубежной фирмы (BASF). Семена обрабатывали в день посева в соответствии с вариантами опыта, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 – Протравители семян, используемые в опыте

Препарат	Производитель	Действующее вещество	Химический класс	Норма расхода, л/т
Селест Топ, КС	Syngenta	дифеноконазол+тиаметоксам+флудиоксонил (25+262,5+25 г/л)	неоникотиноиды+ триазолы+ фенилпироллы	1,5
Грандсил Ультра, КС	Кирово-Чепецкая химическая компания	имазалил +тебуконазол+ флутриафол (20+ 45 +75 г/л)	имидазолы + триазолы	0,5
Триактив, КС	Агрорус	азоксистробин+тебуконазол +ципроконазол (100+120+40 г/л)	стробилурины+ триазолы	0,3

Целью настоящего исследования выступает оценка влияния протравителей семян на рост и развитие ярового ячменя сорта «Родник Прикамья».

Полевые эксперименты были выполнены в 2024 году на опытном поле Вятского ГАТУ. Почвенный покров участка представлен дерново-подзолистыми среднесуглинистыми почвами. Делянки размещались систематическим методом, учётная площадь каждой составляла 4,5 м2, повторность опыта - четырёхкратная. Норма высева составила 5 млн всхожих семян на 1 га.

В ходе исследования оценивали следующие показатели: полевую всхожесть и выживаемость растений, структуру продуктивности, а также урожайность ячменя сорта «Родник Прикамья» под воздействием изучаемых факторов. Уборка проводилась комбайном «Terrion 2010» (рис. 1).

Для оценки зменчивости изучаемых признаков были рассчитаны основные статистические характеристики. Существенность различий между экспериментальным вариантом и контрольным стандартом определяли с применением критерия Стьюдента. Данные по урожайности подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа, адаптированного для однофакторных экспериментальных схем.



Рисунок 1 – Уборка ячменя комбайном «Terrion 2010»

Для определения степени чувствительности растений ячменя к воздействию изучаемых экспериментальных факторов проводили комплексную оценку двух ключевых агрономических показателей: полевой всхожести семян и выживаемости сформировавшихся растений на протяжении вегетационного периода (табл. 2).

Таблица 2 – Полевая всхожесть и выживаемость растений ярового ячменя

Вариант	Всхожесть полевая			Выживаемость растений		
	шт/ м^2	±	%	шт/ м^2	±	%
Контроль с.з. (20л/т)	241	-	48,2	199	-	82,6
Селест Топ, КС	286	11,3	57,2	222	5,8	77,6
Грандсил Ультра, КС	246	1,3	49,2	203	1,0	82,5
Триактив, КС	241	0,5	48,6	199	0,0	81,9
НСР0,95		3,7			1,5	

В контрольном варианте полевая всхожесть семян составила 48,2%. Исходя из полученных данных, препараты оказали положительное влияние на полевую всхожесть семян. Максимальное число взошедших семян 286 шт/ м2 отмечено в варианте Селест Топ, КС и Грандсил Ультра, КС по сравнению с контролем 241 шт/ м2. Минимальное действие на полевую всхожесть из всех препаратов оказал протравитель Триактив, КС, практически равен контролю (241 шт/ м2).

Анализ выживаемости растений (табл. 2) показывает слабое стимулирующее действие на сохранность растений относительно контроля (199 шт/м2) препарата Грандсил Ультра, КС (203 шт/ м2). Максимальное влияниие на выживаемость оказал препарат Селест Топ, КС (222 шт/ м2). Препарат Триактив, КС не оказал стимулирующего действия на сохранность растений.

В ходе обработки экспериментальных данных был проведён анализ показателей влажности семян и урожайности кондиционных семян. Полученные результаты наглядно представлены в виде графика (рис. 2).

Влажность зерна у контрольного варианта к моменту уборки составила 19,0% (рис. 2). В ходе анализа данных по влиянию применения протравителей на влажнось выявил, что они оказывают влияние различной степени. Самая высокая влажность зерна возникла при применении препарата Триактив, КС – 19,2%, что на 0,2% больше контроля. Наименьшую влажность имело зерно, обработанное препаратами Селест Топ, КС и Грандсил Ультра, КС, что на 2,4% и 1,4% меньше контроля.

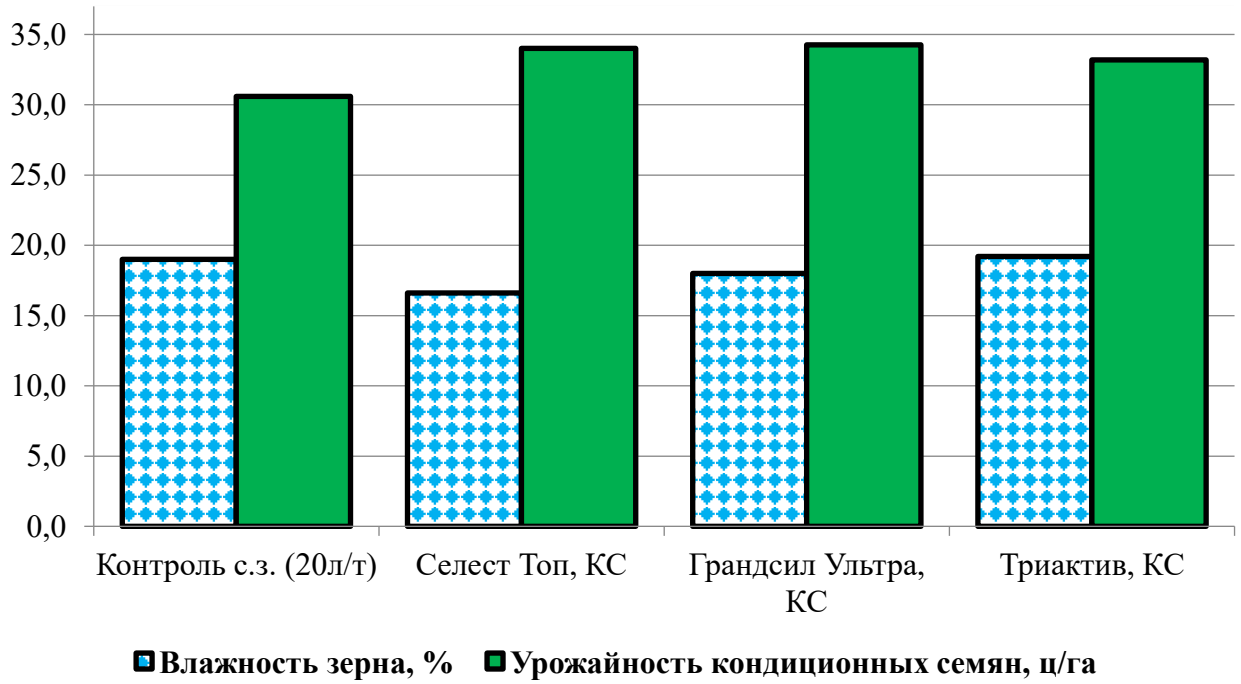


Рисунок 2 – Изменение влажности и урожайности ярового ячменя под влиянием протравителей семян

Анализ данных по урожайности зерна свидетельствует о положительном влиянии применяемых в опыте препаратов на урожайность кондиционных семян. Наибольшую прибавку урожайности по сравнению с контролем (30,6 ц/га) дало использование препарата Грандсил Ультра, КС (34,3 ц/га). Препаратов Селест Топ, КС и Триактив, КС тоже оказали существенное влияние на прибавку урожайности кондиционных семян (34,0 ц/га и 33,2 ц/га).

Во втором поколении (М2) осуществляли отбор семей и растений, демонстрирующих отклонения по качественным и количественным признакам относительно контрольного сорта «Родник Прикамья».

Начиная с фазы массовых всходов, регистрировали тип и частоту хлорофилльных мутаций, рассматриваемых как индикатор мутагенной активности физических и химических факторов. Согласно данным ряда авторов, такие мутации отражают действие мутагена и служат маркером морфофизиологических изменений.

Хлорофилльные мутации обеспечивают возможность диагностики наследственных изменений уже во втором поколении, тогда как иные фенотипические проявления мутагенного воздействия выявляются лишь в третьем поколении. Это обуславливает их высокую практическую ценность для оценки мутабильности сортов и эффективности мутагенов за счёт простоты учёта.

В ходе эксперимента во втором поколении (2025 г.) хлорофилльные изменения были зафиксированы во всех вариантах опыта (табл. 3), что позволило выделить 11 семей с данными мутациями.

Таблица 3 – Частота хлорофилльных мутаций во втором поколении (М2)

Вариант	Проанализировано семей в M^2	Частота хлорофилльных мутаций в M^2	
		абс.	%
Контроль с.з. (20л/т)	241	-	-
Селест Топ, КС	286	3	1,05
Грандсил Ультра, КС	246	3	1,22
Триактив, КС	241	5	2,07

Примечание: * – уровень вероятности P > 0,95.

Исходя из данных таблицы 3, максимальная частота хлорофилльных мутаций отмечается в варианте Триактив, КС – 2,07%, минимальная частота хлорофилльных мутаций наблюдается в варианте Селест Топ, КС – 1,05%. Данный показатель свидетельствует о том, что действующие вещества данных протравителей вызывают нарушения в генах, регулирующих синтез хлорофилла и функционирование фотосинтетического аппарата.

Выводы. В 2024 году на яровом ячмене сорта Родник Прикамья успешно проявил себя препарат Селест Топ, КС. Он способствует улучшению всхожести и выживаемости растений. В 2025 году был проведён опыт с целью выявления способности протравителей семян оказывать мутагенное воздействие на яровой ячмень. В результате опыта можно отметить, что во всех вариантах данного опыта распространены хлорофилльные мутации типа Albina и Xanthovirescens. Больший процент хлорофилльных мутаций отмечается в варианте Триактив, КС (2,07%), что свидетельствует о высокой мутагенной активности препарата.

Литература

1. Бедняк, А. Е. К механизму действия химических мутагенов группы нитрозоалкилмочевин / А. Е. Бедняк // Доклады АН СССР. – 1970. – Т. 195, № 3. – С. 715-718.

2. Патент на селекционное достижение № 5326. Родник Прикамья : № 9253049 : заявл. 22.11.2007 / Л. В. Бессонова, Р. П. Вяткина, З. Н. Домрачева [и др.] ; заявитель ГУ Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, ГУ Пермский НИИСХ

3. Родина, Н. А. Возделывание пивоваренного ячменя : (рекомендации) / Н. А. Родина. – Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2003. – 104 с.

4. Сорт ‘Биос 1’ как исходный материал для селекции ячменя / Н. А. Жилин, И. Ю. Зайцева, И. Н. Щенникова, С. А. Емелев // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181, № 2. – С. 96-100.
5. Селекционная ценность мутантных форм ярового ячменя в условиях Волго-Вятского региона / И. Ю. Зайцева, Л. В. Панихина, И. Н. Щенникова, Н. А. Жилин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3. – С. 49-62.
6. Зайцева, И. Ю. Исходный материал для селекции сортов ярового ячменя с высоким качеством зерна / И. Ю. Зайцева, И. Н. Щенникова, Е. М. Лисицын // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2024. – Т. 185, № 2. – С. 82-94.
7. Ксенофонтова, О. Микроорганизмы почвы и пестициды / О. Ксенофонтова. – [Германия] : LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 152 с.
8. Дудин, Г. П. Индуцированный мутагенез и использование его в селекции растений : монография / Г. П. Дудин, В. Н. Лысиков. – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – 208 с.
9. Ренгартен, Г. А. Использование индуцированного мутагенеза с целью создания исходного материала ячменя в Вятской сельскохозяйственной академии / Г. А. Ренгартен, С. А. Емелев, М. В. Черемисинов // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 3 (5). – С. 4.
10. Солдатенков, А. Т. Пестициды и регуляторы роста: прикладная органическая химия / А. Т. Солдатенков, Н. М. Колядина, А. Ле Туан. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2018. – 224 с.
11. Пестициды.ru : сайт. – URL: http://www.pesticidy.ru/pesticide/dividend-star, /alkasar, /attik, /dozor, /tebuzil, /oplot, /sistiva, /anker-trio, /flucit, /maxim (дата обращения: 12.01.2026).

УДК 617.713

ОПЕРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ СОБАК С ЛЕНИВЫМИ ЯЗВАМИ РОГОВИЦЫ

Головина Е. А.[1] – ветеринарный врач
Соломахина Л. А.[2,3] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1]Ветеринарная клиника «Собачье сердце», г. Краснодар, Россия
[2]ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Россия
[3]Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Ленивые язвы роговицы или спонтанные хронические дефекты эпителия у собак (SCCED) – это наследственные поражения, характеризующиеся устойчивыми эпителиальными эрозиями, не поддающимися естественному заживлению из-за нарушения адгезии между базальной мембраной эпителия и передними слоями роговичной стромы. Подобные дефекты чаще всего диагностируются у бульдогов и боксеров, однако, по нашим данным, могут встречаться и у представителей других пород, включая беспородных собак. Клинически они проявляются поверхностными неправильной формы повреждениями, с неоднородными краями, где флюоресцеин проникает под эпителий; эпителий легко отделяется ватной палочкой после анестезии; в тяжелых случаях при длительном течении процесса вовлекается строма роговицы. Для ветеринаров крайне важно осознавать, что даже при правильно подобранной медикаментозной терапии такие дефекты не заживут без предварительного удаления некротизированного, нежизнеспособного, несцепленного эпителия, последующего наложения защитного покрытия и уже затем применения лекарственных схем. Отсутствие дебридмента делает лечение бессмысленным. В редких случаях возможно формирование фиброзно-сосудистого рубца, имитирующего заживление, но наросший эпителий оказывается неустойчивым, легко отслаивается, создавая иллюзию рецидива. На самом деле заживления не происходит. Поэтому врачу необходимо тщательно объяснить владельцу животного, что ключ к выздоровлению – комплексный подход,

включающий обязательное удаление патологического эпителия выбранным методом до начала медикаментозного лечения.

Ключевые слова: ветеринарная офтальмология, животные, язвенные кератиты, дебридмент роговицы, алмазный бор, поверхностная кератэктомия, ленивые язвы роговицы, SCCED

Введение. Ленивые язвы роговицы или спонтанные хронические дефекты эпителия у собак (SCCED) — это наследственные поражения, характеризующиеся длительным незаживающим эпителиальным дефектом, обусловленным недостаточной адгезией между базальной мембраной эпителия и передними слоями стромы роговицы. Такие нарушения не поддаются естественному заживлению из-за нарушения прочного соединения структур.

Наиболее часто подобные дефекты наблюдаются у бульдогов и боксеров, однако, по данным клинического опыта, они могут возникать у представителей любой породы, включая беспородных собак.

Клинические проявления таких язв характерны:

- поражение локализуется на поверхности, имеет неправильную форму;
- края дефекта не ровные, с признаками проникновения флюоресцеина под эпителий;
- после местной анестезии эпителий легко отделяется ватной палочкой;
- в редких случаях при длительном течении процесса вовлекается строма роговицы.

Для ветеринарных специалистов критически важно понимать: даже при правильном медикаментозном лечении такие дефекты не заживут самостоятельно. Для восстановления целостности роговицы сначала необходимо удалить некротизированный, нежизнеспособный, неадгезивный эпителий, обеспечить защиту глазной поверхности специальным покрытием и уже затем применять терапевтические схемы. Отказ от предварительного дебридмента делает лечение бессмысленным.

В редких случаях возможно формирование условного заживления за счет фиброзно-сосудистого рубца, но наросший сверху эпителий оказывается неустойчивым — он легко отслаивается, создавая иллюзию заживления. На деле — регенерация не произошла, а наблюдается лишь внешнее сходство с выздоровлением.

Поэтому врачу необходимо максимально подробно объяснить владельцу животного суть проблемы, акцентировать внимание на необходимости комплексного подхода, включающего обязательное удаление патологического эпителия выбранным методом до начала медикаментозной терапии.

Оперативный подход к лечению собак с ленивыми язвами роговицы

Для пациентов с ленивыми язвами роговицы (SCCED) важным является наличие однозначного алгоритма, позволяющего оперативно и точно провести необходимое вмешательство.

В научной литературе описано несколько методов хирургического лечения язв у собак с наследственной предрасположенностью: дебридмент роговицы ватной палочкой, использование алмазного бора, поверхностная кератэктомия, скарификация роговицы с применением роговичного скарификатора, дебридмент тыльной стороной скальпеля, сетчатая кератотомия, а также применение цианоакрилатного клея.

На сегодняшний день в клинической офтальмологии наиболее востребованы три подхода: дебридмент ватной палочкой, использование алмазного бора и поверхностная кератэктомия. Применение скарификатора или сетчатой кератотомии, на наш взгляд, не является оптимальным выбором по сравнению с алмазным бором и может сопровождаться осложнениями. Дебридмент тыльной стороной скальпеля считается менее эффективным вариантом. Также имеются данные о применении тканевого цианоакрилатного клея после дебридмента, однако этот метод сопряжён с риском осложнений и не получил широкого распространения. В своей практике мы отказываемся от его использования.

В представленной работе мы представим три основных метода хирургического лечения ленивых язв роговицы у собак, а также изложим свой подход, основанный на многолетнем опыте работы.

1. Дебридмент роговицы ватной палочкой.

Дебридмент роговицы ватной палочкой при лечении ленивых язв роговицы собак в нашей практике является процедурой первого выбора, так как она малоинвазивна, при правильном проведении не имеет осложнений и в большинстве случаев дает выраженный положительный эффект, который проявляется в заживлении роговицы уже после первой процедуры. Данную манипуляцию можно выполнить без наркоза под местным обезболиванием, однако наша рекомендация-последующее наложение защитного покрытия из третьего века после удаления патологического эпителия, поэтому все же лучше выполнять данную процедуру под кратковременной общей анестезией для получения наилучших результатов по заживлению. Много лет назад мы не закрывали глаз на защитное покрытие после дебридмента ватной палочкой и получали у некоторых пациентов осложнения в виде отсутствия нормального заживления роговицы, что требовало проведения повторной процедуры с последующим закрытием глаза на защитное покрытие из третьего века. В случае, если за 14 дней под защитным покрытием роговица не зажила, можно повторить процедуру, однако это говорит об не очень хорошей тенденции, так как в идеале при правильно проведенном дебридменте ватной палочкой за 14 дней мы должны получить флюоресцин отрицательное окрашивание роговицы.

Для проведения дебридмента ватной палочкой нам понадобится местный анестетик Инокаин, бамбуковые ватные палочки, пинцет для фиксации глазного яблока. Перед удалением патологического эпителия глазная поверхность тщательно обрабатывается раствором бетадина 1:50 с 0.9% раствором натрия хлорида, далее глазная поверхность обезболивается двукратно раствором Инокаина и можно приступать к процедуре. Удаление патологического эпителия производится штрихообразными движениями, выходящими за края язвенного дефекта до того момента, пока мы не получим четкие ровны края раны, которые «не ползут». Важно помнить, что нормальный эпителий не может быть удален данным способом, поэтому необходимо тщательно проводить дебридмент. После удаления патологического эпителия накладывается защитное покрытие в среднем на 14 дней.

2. Дебридмент роговицы алмазным бором.

Дебридмент роговицы алмазным бором при лечении ленивых язв у собак в нашей практике выступает процедурой резервного выбора. Методика проста в реализации, удобна в применении, однако сопряжена с риском осложнений, порой довольно тяжелых, что вынуждает отказываться от её использования как первого этапа терапии и применять лишь при отсутствии эффекта после однократного дебридмента ватной палочкой. К возможным последствиям, возникающим после применения алмазного бора, относятся выраженный отек роговицы, развитие кератомаляции, а также выраженное сосудистое расширение с формированием грануляционной ткани. Подобные случаи встречаются редко, но владелец животного обязательно должен быть проинформирован о потенциальных рисках.

Поскольку после процедуры с использованием алмазного бора накладывается защитное покрытие, проводить её целесообразно в условиях кратковременной общей анестезии.

На наш взгляд, ключевым фактором успеха является тщательная дезинфекция алмазного бора и стерилизация наконечника при температуре 134 °C, а также аккуратная подготовка глазной поверхности и местное обезболивание Инокаином, аналогично тому, как это делается при дебридменте ватной палочкой. Техника удаления патологического эпителия бором аналогична таковой при использовании ватной палочки, но с одним важным отличием — эпителий удаляется ровно, без дополнительных усилий. Прибор вибрирует, врач совершает штриховые движения, охватывая края раны, до тех пор, пока не будет получен ровный контур дефекта. Необходимо избегать чрезмерного давления на инструмент и регулярно охлаждать роговицу 0,9% раствором натрия хлорида.

Перед применением алмазного бора мы обычно проводим начальный дебридмент ватной палочкой для определения истинных границ дефекта, после чего обрабатываем всю поверхность раны бором, слегка выходя за её пределы.

3. Поверхностная кератэктомия.

Поверхностная кератэктомия при лечении ленивых язв роговицы у собак в нашей практике применяется как третий этап, если консервативные методы — дебридмент ватной палочкой и алмазным бором — не принесли ожидаемого результата. Согласно накопленному опыту, при грамотном выполнении эффективность процедуры достигает 100%. Однако по сравнению с техниками №1 и №2 заживление происходит через фиброваскулярный рубец, который постепенно рассасывается в течение 1–6 месяцев. Степень прозрачности роговицы после заживления индивидуальна.

Процедура проводится под общей анестезией. Поверхность глаза тщательно обрабатывается и обезболивается, как при технике №1. Затем выполняется дебридмент роговицы ватной палочкой для выявления истинных границ язвенного дефекта, после чего приступают к поверхностной кератэктомии. С помощью микролезвия делается надрез на роговице с небольшим захватом здоровой ткани. Левой рукой хирурга с помощью пинцета Колибри фиксируется роговица, а правой — удерживается расслаиватель для туннельных разрезов, который вводится под надрез и обеспечивает полное расслаивание роговицы по периметру дефекта. В качестве альтернативы расслаивателю может применяться роговичная манипуляторная ножница. После завершения манипуляции глаз накрывается защитным покрытием на срок около 14 дней. Процедура имеет минимальный инвазивный характер и легко выполняется, однако требует наличия микрохирургического инструментария.

Выводы

Оперативный подход к лечению собак с ленивыми язвами роговицы (SCCED) имеет ключевое значение для практикующих офтальмологов, обеспечивая быстрое и однозначное определение тактики терапии. Хотя дебридмент роговицы ватной палочкой остаётся простым, безопасным и не требующим дорогостоящего оборудования методом, он зачастую оказывается наименее эффективным. Нередки случаи, когда проведение нескольких процедур дебридмента с интервалом в 14 дней не приводит к улучшению состояния и заживлению язв, что вынуждает переходить к более агрессивной методике — использованию алмазного бора. В этом случае врачу необходим специализированный инструментарий и понимание того, что у процедуры есть свои риски, отличающие её от традиционного дебридмента, однако в отдельных ситуациях такой способ оказывается более результативным. Если же после обработки алмазным бором заживление не наступает, применяется поверхностная кератэктомия. При грамотном выполнении этот метод даёт 100% результат в лечении ленивых язв у собак и характеризуется минимальным количеством осложнений. Тем не менее, он не является первоочередным выбором, поскольку после него на роговице формируется рубец, который постепенно рассеивается в течение 1–6 месяцев. В отличие от этого, после дебридмента ватной палочкой или алмазным бором помутнения роговицы, как правило, не возникают.

Литература

1. Gelatt, K. N. Essentials of Veterinary ophthalmology. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
2. Ophthalmology for the Veterinary Practitioner / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé,W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.
3. Petersen, J. S., Crispin, S. BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology. BSAVA.Spain, 2002.
4. Slatter’s Fundamentals of Veterinary ophthalmology. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
5. Veterinary Ocular Pathology a comparative review / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
6. Veterinary ophthalmology / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.

7. Veterinary ophthalmology / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. – 6th ed.

УДК 619:616:981 48:636.4

ДИНАМИКА МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА ФОНЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОАКТИВНОЙ ЖИДКОЙ ДОБАВКИ С ГУМУСОВЫМИ КИСЛОТАМИ

Дрозд Н. Б. – студентка 3 курса факультета ветеринарной медицины
Научные руководители – Сандул П. А., старший преподаватель; Соболев Д. Т., канд. биол. наук, доцент; Горидовец Е. В., ассистент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Аннотация. Выпаивание бройлерам биологически активной добавки с гумусовыми кислотами в дозе 1,0 мл/гол в сутки оказывает более выраженный положительный биохимический эффект по сравнению с дозировками 0,5 и 2,0 мл/гол в сутки т.к. способствует оптимизации функционального состояния печени, о чем свидетельствуют, наряду с повышением общего белка до 27,5%, альбумина – до 33,6%, снижение уровня триацилглицеринов, общего холестерола – до 38,8% и 30,3% соответственно.

Ключевые слова: бройлеры, биокорректоры, гумусовые кислоты, сыворотка крови, индикаторные метаболиты

Введение. Одной из ведущих отраслей в обеспечении населения Республики Беларусь продуктами питания является мясное птицеводство с использованием бройлеров [3, 6]. Известно, что на птицефабриках наибольшую долю среди незаразных болезней у птиц занимают патологии печени, которые являются причиной технологической выбраковки, падежа птиц, а также сопровождаются заметными экономическими потерями [1-4].

Промышленная технология содержания цыплят-бройлеров также повышает требования к их обеспеченности биологически активными веществами. Применение в кормлении птицы биокорректоров, стимулирующих физиолого-биохимические функции организма, особенно актуально в условиях повышенной микробной нагрузки, т.к. они способствуют усилению иммунитета, активизации адаптивно-приспособительных систем, что в конечном итоге положительно сказывается и на продуктивности бройлеров [1, 7-10]. В этой связи применение сочетаний гумусовых кислот (фульвовых и гуминовых) в составе различных препаратов является актуальным, перспективным, но недостаточно изученным направлением [1, 2].

Целью наших исследований явилось установить влияние различных дозировок биоактивной жидкой добавки с гумусовыми кислотами в качестве активного действующего вещества на динамику биохимических показателей в сыворотке крови у цыплят-бройлеров.

Объектом исследований явились: цыплята-бройлеры, сыворотка крови.

Материалы и методика исследований. Для достижения поставленной цели в условиях терапевтической клиники кафедры внутренних незаразных болезней и лаборатории кафедры химии УО ВГАВМ, г. Витебск использовали 4 группы-аналогов цыплят-бройлеров кросса «Росс 308», укомплектованных по 20 голов каждая.

Цыплята всех групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания: с 1 до 10-дневного возраста бройлерам скармливали полнорационные комбикорма КД-5-1; с 11 до 24-дневного возраста – КД-5-2; с 25 до 40-дневного возраста – КД-П 6-1, а с 41 дня до убоя – использовался КД-П 6-2. Поение всех цыплят-бройлеров осуществлялось водой из артезианского источника вволю. Контрольная группа получала только основной рацион. Цыплятам 1-й, 2-й и 3-й опытных групп с 5-дневного возраста до окончания опыта (на 46-й день жизни

цыплят) ежедневно в утренние часы выпаивали с питьевой водой добавку – биологически активную фракцию из гидролизата торфа в дозе 0,5, 1,0 и 2,0 мл/гол в сутки.

На 28-й день жизни цыплят и по окончании исследований, т.е. на 46-й день жизни цыплят, у птиц брали кровь и получали ее сыворотку. В сыворотке крови колориметрически определяли уровень общего белка (биуретовым методом), альбумина (методом с бромкрезоловым зеленым), общего холестерола (энзиматическим методом с эстеразой, и оксидазой холестерола), триацилглицеринов (энзиматическим методом с глицерофосфорной оксидазой и пероксидазой), кальция (методом с орто-крезолфталеином), фосфора (методом с молибдат-ионами без депротеинизации) с помощью диагностических наборов реактивов на спектрофотометре ПЭ-5300 ВИ.

Биометрическую обработку цифрового материала проводили методами вариационной статистики с помощью программного средства Microsoft Excel. Для расчета достоверности использовали среднюю арифметическую, стандартную ошибку средней арифметической ($\bar{X}$ ±m), уровни значимости критерия достоверности, которые выражали – *p≤0,05; **p≤0,01; ***p≤0,001 [5].

Результаты и их обсуждение. В таблице приведены результаты исследований биохимических показателей сыворотки крови цыплят-бройлеров за весь период опыта.

Таблица 1 – Динамика биохимических показателей сыворотки крови цыплят, получавших гумусовые кислоты, $\bar{X}$±m

Показатель	Группы птиц			
	Контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
на 23-й день исследований				
Общий белок, г/л	21,80±1,88	22,50±1,92	27,80±1,05*	25,30±1,02
Альбумин, г/л	8,72±1,36	9,88±1,41	11,65±0,53*	10,15±0,98
Триацилглицерины, ммоль/л	0,52±0,09	0,47±0,19	0,38±0,06	0,39±0,09
Общий холестерол, ммоль/л	4,56±0,40	4,28±0,37	3,18±0,19**	3,75±0,28
Кальций, ммоль/л	2,41±0,10	2,45±0,13	2,63±0,09	2,51±0,07
Фосфор неорганич., ммоль/л	2,37±0,12	2,35±0,13	2,31±0,20	2,34±0,22
на 41-й день исследований				
Общий белок, г/л	28,20±1,28	29,80±1,25	35,50±1,98**	31,80±1,23
Альбумин, г/л	11,94±0,84	9,10±1,11	15,32±0,49**	12,41±1,56
Триацилглицерины, ммоль/л	0,49±0,18	0,42±0,14	0,30±0,08	0,34±0,11
Общий холестерол, ммоль/л	3,38±0,22	3,60±0,17	3,21±0,40	3,57±0,34
Кальций, ммоль/л	2,52±0,11	2,47±0,13	2,39±0,16	2,25±0,19
Фосфор неорганич., ммоль/л	2,31±0,11	3,32±0,30*	2,37±0,12	2,35±0,15

Примечания: *p≤0,05; **p≤0,01; ***p≤0,001 (уровни значимости для критерия достоверности) по отношению к контрольной группе

Представленные в таблице данные свидетельствуют о том, что с введением в рацион биологически активной добавки с гумусовыми кислотами отмечается тенденция к увеличению содержания общего белка и альбумина уже на 23-й день исследований (к 28-му дню жизни цыплят). Так, концентрация общего белка во 2-й опытной группе повышалась на 27,5, в 3-й опытной группе – на 16,1%; альбумина – на 33,6 и 16,4% соответственно. Различия во 2-й группе были статистически достоверны (p≤0,05). Концентрация триацилглицеринов была ниже во 2-й и 3-й группах на 26,9 и 25% а уровень общего холестерола достоверно снижался по сравнению с контролем только у бройлеров 2-й опытной группы и был на 30,3% (p≤0,01) ниже контрольных показателей. Содержание кальция и фосфора в эти сроки в группах цыплят не различалось.

К окончанию опыта (46-й день жизни цыплят), уровень общего белка и альбумина в сыворотке крови цыплят 2-й опытной группы продолжал повышаться и был на 25,9 и 28,3% (p≤0,01) выше контрольных данных, в то время как в остальных группах существенных различий не было. Содержание триацилглицеринов во 2-й и 3-й группе бройлеров оставалось

на 38,8 и 30,6% ниже, чем в контроле, в то время как уровень общего холестерола в группах практически не различался. Со стороны концентрации кальция и фосфора в указанных группах птиц существенных различий с контролем не было.

Заключение (выводы). Полученные нами, в результате исследований, данные, свидетельствуют о том, что выпаивание цыплятам-бройлерам биологически активной добавки гумусовых кислот в дозе 1,0 мл/гол в сутки по сравнению с другими дозировками (0,5 и 2,0 мл/гол) оказывает более выраженный положительный биохимический эффект во все сроки исследований и вероятно способствует также улучшение функционального состояния печени, о чем свидетельствуют, наряду с повышением общего белка до 27,5%, альбумина – до 33,6%, снижение уровня триацилглицеринов, общего холестерола – до 38,8% и 30,3%, по сравнению с контролем.

Литература

1. Васильев, А. А. Значение, теория и практика использования гуминовых кислот в животноводстве / А. А. Васильев, А. П. Коробов, С. П. Москаленко [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 1. – С. 3-6.

2. Применение гумусовых кислот для оптимизации белкового обмена и повышения продуктивных качеств у цыплят-бройлеров / Д. Т. Соболев, П. А. Сандул, В. Ф. Соболева, Е. В. Горидовец // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2022. – № 1 (16). – С. 71-74.

3. Особенности липидного обмена ремонтного молодняка кур, вакцинированного против ИБК / Д. Т. Соболев, И. Н. Громов, В. М. Холод, Б. Я. Бирман // Птицеводство Беларуси. – 2003. – № 3. – С. 9-11.

4. Особенности липидного обмена ремонтного молодняка кур, вакцинированного против ИЛТ / Д. Т. Соболев, И. Н. Громов, В. М. Холод, Б. Я. Бирман // Птицеводство Беларуси. – 2004. – № 3. – С. 16-21.

5. Павлова, Т. В. Биометрия : учебно–методическое пособие по дисциплине «Биометрия» для магистрантов по специальности 1–74 80 04 «Ветеринария» / Т. В. Павлова, В. Ф. Соболева, Т. В. Видасова. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 74 с.

7. Резервы повышения эффективности производства пищевых яиц в условиях промышленного птицеводства / М. В. Базылев, Е. А. Левкин, В. В. Букас, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 214-218.

8. Сандул, П. А. Активность индикаторных ферментов у цыплят-бройлеров при применении препаратов, содержащих витамин Е / П. А. Сандул, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2016. – Т. 52, № 3. – С. 83-86.

9. Сандул, П. А. Антиоксидантный эффект токоферолов и L-карнитина у цыплят-бройлеров / П. А. Сандул, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». –2017. – Т. 53, вып. 2. – С. 129-132.

10. Сандул, П. А. Липидный состав и биологическая ценность мяса у цыплят-бройлеров при скармливании им концентрата витаминов Е и F из рапсового масла / П. А. Сандул, Д. Т. Соболев. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-130-133 // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2024. – Т. 60, вып. 3. – С. 130-133.

11. Соболев, Д. Т. Динамика индикаторных ферментов сыворотки крови, поджелудочной железы и печени ремонтного молодняка кур, вакцинированного против инфекционного ларинготрахеита / Д. Т. Соболев, Д. В. Елисейкин // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2008. – Т. 44, вып. 2, ч. 2. – С. 142-147.

УДК 619:616:981 48:636.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЦИОНА, А ТАКЖЕ АЗОТА, КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА ЦЫПЛЯТАМИ-БРОЙЛЕРАМИ ПРИ ВЫПАИВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ БИОДОБАВКИ С ГУМУСОВЫМИ КИСЛОТАМИ

Дрозд Н. Б. – студентка 3 курса факультета ветеринарной медицины
Научные руководители – Сандул П. А., старший преподаватель; Соболев Д. Т., канд. биол. наук, доцент; Горидовец Е. В., ассистент
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Аннотация. Введение в рацион бройлеров жидкой биодобавки с гумусовыми кислотами с 5 дневного возраста, ежедневно, до конца периода выращивания в дозе 1,0 мл/гол в сутки способствует более эффективному перевариванию сухого вещества и основных питательных веществ, а также повышению степени использования азота, кальция и фосфора из рациона.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, переваримость, азот, кальций, фосфор, гумусовые кислоты

Введение. Изучение современного состояния и совершенствование способов кормления и содержания птицы являются важной и актуальной задачей развития птицеводства, в виду того, что для выращивания высокопродуктивных быстрорастущих кроссов, генетический потенциал которых требует использования кормов, сбалансированных по всем питательным веществам [2, 4, 5]. Переваримость питательных веществ рационов является важным показателем изучения обмена веществ у животных. Создание условий для максимального использования азота, кальция и фосфора кормов птицами в связи с их исключительно важным значением в жизнедеятельности растущего организма птиц, является необходимым фактором их высокой продуктивности и условием их успешного выращивания [3, 4, 7]. Поэтому, помимо строгого соблюдения параметров микроклимата, необходимо изыскание новых технологических приемов и сочетаний различных биоактивных веществ, биокорректоров, стимулирующих физиолого-биохимические функции организма. Это обеспечивает не только высокий уровень усвоения элементов питания, но и влияет на повышение общей резистентности организма, что особенно актуально в условиях повышенной антигенной нагрузки [5, 7-10]. В связи с вышеизложенным, изучение влияния гумусовых кислот в составе различных препаратов на переваримость и использование важнейших питательных веществ рациона является актуальным.

Целью наших исследований явилось установить влияние различных дозировок биодобавки с гумусовыми кислотами на переваримость основных питательных веществ рациона и степень использования азота, кальция и фосфора цыплятами-бройлерами.

Объектом исследований явились: цыплята-бройлеры, корма, помет.

Материалы и методы. Изучение влияния различных доз биодобавки с гумусовыми кислотами на переваримость и усвоение азота, кальция и фосфора бройлерами проводили в условиях терапевтической клиники кафедры внутренних незаразных болезней УО ВГАВМ, г. Витебск. Было использовано 4 группы-аналогов подопытных цыплят-бройлеров по 20 голов каждая, кросса «Росс 308», находившихся в одинаковых условиях кормления и содержания. С 1 до 10-дневного возраста им скармливали полнорационные комбикорма КД-5-1; с 11 до 24-дневного возраста – КД-5-2; с 25 до 40-дневного возраста – КД-П 6-1, а с 41 дня до убоя – использовался КД-П 6-2. Поение всех цыплят осуществлялось водой из артезианского источника.

Контрольная группа получала только основной рацион. В утренние часы цыплятам 1-й, 2-й и 3-й опытных групп с 5-дневного возраста до окончания опыта (на 46-й день жизни цыплят) ежедневно выпаивали с питьевой водой кормовую добавку – биоактивную фракцию из гидролизата торфа в дозе 0,5, 1,0 и 2,0 мл/гол в сутки. Использованную в опыте добавку получают методом специальной обработки торфа 1-2% водным раствором аммиака (ТУ РБ

000750988.006-2000). Для определения переваримости и использования питательных веществ комбикорма и степени влияния на них биоактивной добавки с гумусовыми кислотами был проведен балансовый опыт согласно методике проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы ВНИТИП [3], в ходе которого на основании химического состава средних проб корма и помета рассчитали коэффициенты переваримости основных питательных веществ рациона. Для этого были отобраны по 5 бройлеров-аналогов из каждой группы 32-дневного возраста однородных по живой массе и продуктивности. Птицу содержали в клетках, специально оборудованных для учета потребленного корма и выделенного помета.

Химический анализ кормов и образцов помета проводили по общепринятым методикам зоотехнического анализа: первоначальная влага – путем высушивания навески при 60-65о С до постоянной массы; гигроскопическая влага – путем высушивания навески корма при 100-105о С в сушильном шкафу до постоянной массы (ГОСТ 13496.3-92); сырая зола – предварительным озолением образцов в тиглях на электрических плитах с последующим прокаливанием в муфельной печи при температуре 400-450о С до постоянной массы (ГОСТ 26226-95); сырая клетчатка – по методу Геннеберга и Штомана (ГОСТ 13496.2-94); общий азот – по методу Кьельдаля (ГОСТ 13496.4-93); кальций – комплексонометрическим методом (ГОСТ 26570-95); фосфор – фотометрически (ГОСТ 26657-97). Полученные в ходе опытов цифровые данные, обрабатывались биометрически методами вариационной статистики с помощью программного средства Microsoft Excel. Достоверность выражали при помощи средней арифметической и ее стандартной ошибки ($\overline{X}$±m), а уровни значимости критерия достоверности – *p≤0,05; **p≤0,01; ***p≤0,001 [1].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенного нами опыта было установлено, что при введении в рацион бройлеров жидкой биодобавки с гумусовыми кислотами во всех опытных группах происходит более эффективное переваривание ими сухого вещества (табл. 1).

Таблица 1 – Коэффициенты переваримости основных питательных веществ рациона, $\overline{X}$±m

Группы птиц	Сухое вещество, %	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %
Контроль	67,58±0,48	49,48±0,85	66,44±0,72	38,49±1,76
1-я опытная	68,02±0,16	50,25±0,90	67,16±1,06	40,03±1,72
2-я опытная	69,04±0,17**	51,55±0,87	70,80±1,56*	43,73±1,70*
3-я опытная	68,33±0,38	51,31±0,22*	69,26±0,91*	43,30±1,65*

Примечания: *p≤0,05; **p≤0,01; ***p≤0,001 (уровни значимости для критерия достоверности) по отношению к контрольной группе

Анализ полученных данных показал, что различные дозы испытуемой добавки оказывают положительное влияние на переваримость сухого вещества, сырого протеина, жира и клетчатки (табл. 1). Так, если у контрольных бройлеров переваримость сухого вещества составила 67,58%, то у цыплят 1-й и 3-й опытных групп этот показатель был 68,02 и 68,33%, а лучшая переваримость сухого вещества из рационов была во 2-й группе, где она составляла 69,04%, что на 1,46 п.п. (p≤0,01) выше чем в контроле.

У цыплят указанной группы также отмечалось лучшее, в сравнении с контролем и другими группами, использование сырого протеина и сырого жира рациона: переваримость сырого протеина была выше контрольных значений на 2,07 п.п., а сырого жира – на 4,36 п.п. (p≤0,05). При практически одинаковом потреблении клетчатки с кормом, во всех опытных группах она переваривалась лучше, причем статистически достоверное повышение переваримости клетчатки было отмечено во 2-й и 3-й группах, где по данному показателю они превышали своих аналогов из контрольной группы на 5,24 и 4,81 п.п.

Полученные нами в ходе опыта данные, свидетельствуют также о положительном влиянии биоактивной жидкой добавки с гумусовыми кислотами на усвоение азота, кальция и фосфора бройлерами (таблица 2).

Таблица 2 – Степень использования азота, кальция и фосфора бройлерами, $\overline{X}$±m

Группы птиц	Поступило с кормом, г	Выделено с пометом, г	Усвоено, г	Процент усвоения
Усвоение азота				
Контроль	4,13±0,03	1,75±0,03	2,38±0,07	57,63±1,26
1-я опытная	4,22±0,04	1,67±0,02	2,55±0,03*	60,43±1,70
2-я опытная	4,27±0,05*	1,58±0,04**	2,69±0,04**	62,99±1,61*
3-я опытная	4,29±0,05*	1,63±0,04*	2,66±0,04**	62,0±1,06*
Усвоение кальция				
Контроль	1,51±0,02	0,67±0,01	0,84±0,03	55,62±1,24
1-я опытная	1,52±0,04	0,63±0,03	0,89±0,02	58,55±1,49
2-я опытная	1,52±0,02	0,62±0,05	0,90±0,03	59,21±2,49
3-я опытная	1,53±0,02	0,64±0,03	0,89±0,04	58,16±2,38
Усвоение фосфора				
Контроль	0,60±0,01	0,37±0,01	0,23±0,03	38,33±2,32
1-я опытная	0,62±0,02	0,36±0,03	0,26±0,02	41,94±2,04
2-я опытная	0,63±0,01*	0,30±0,05	0,33±0,03*	52,38±2,73**
3-я опытная	0,60±0,02	0,30±0,03	0,30±0,04	50,00±2,59**

Примечания: *p≤0,05; **p≤0,01; ***p≤0,001 (уровни значимости для критерия достоверности) по отношению к контрольной группе

Согласно данных таблицы 2 у цыплят 2-й и 3-й опытных групп абсолютное и относительное усвоение азота было выше, чем в остальных группах. По количеству усвоенного азота преимущество имели бройлеры 2-й опытной группы, данный показатель был у них у них выше в сравнении с контролем на 13% (p≤0,01), а процент усвоения азота от фактически принятого – на 5,36 п.п. Степень усвоения азота у цыплят 3-й опытной группы была выше, чем в контроле на 11,8% (p≤0,01), а процент усвоения – на 4,3 п.п.

В среднем подопытные бройлеры потребляли 1,52 грамма кальция в сутки. Наиболее высокое выделения кальция с пометом отмечено в контрольной группе и составило 0,67 г или 44,4% от поступившего с кормом. Бройлеры же 1-й, 2-й и 3-й групп под влиянием биологически активной добавки выделяли его на 6,0; 7,5 и 4,5% меньше. Цыплята-бройлеры контрольной группы характеризовались невысокой его усвояемостью из рациона (55,62%), а уровень усвоения составил 0,84 г. Самое высокое использования кальция было отмечено у молодняка во 2-й опытной группе, т.к. они его усваивали в количестве 0,90 г, что на 7,1% больше, чем в контроле, процент усвоения кальция был выще на 3,59 п.п.

При добавлении разных доз биоактивной добавки повышается степень использования фосфора цыплятами всех опытных групп, но наилучшим использованием элемента отличались бройлеры 2-й и 3-й опытных групп – по сравнению со своими сверстниками из контрольной группы они отложили фосфора больше на 43,48% (p≤0,05) и 30,43%, а процент усвоения в этих группах также был выше и составил 52,38 и 50,00%, т.е. выше, чем в контроле на 14,05 и 11,67 п.п.

Заключение (выводы). В результате проведенных исследований установлено, что введение в рацион бройлеров жидкой биодобавки с гумусовыми кислотами с 5 дневного возраста, ежедневно, до конца периода выращивания в дозах 0,5, 1,0 и 2,0 мл/гол в сутки способствует более эффективному перевариванию сухого вещества и основных питательных веществ, а также повышению степени использования азота, кальция и фосфора из рациона. По всем исследованным показателям преимущество среди всех опытных групп имели цыплята, получавшие биодобавку в дозе 1 мл/гол в сутки, т.к. переваримость сухого вещества, сырого протеина, сырого жира и сырой клетчатки из рационов у них была на 1,46, 2,07, 4,36 и 5,24 п.п.

выше чем в контроле. При этом, у бройлеров данной группы процент усвоения азота на 5,36, кальция – на 3,59 и фосфора – на 14,05 п.п. превышал контрольные данные.

Литература

1. Биометрия : учебно–методическое пособие по дисциплине «Биометрия» для магистрантов по специальности 1–74 80 04 «Ветеринария» / Т. В. Павлова, В. Ф. Соболева, Т. В. Видасова. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 74 с.

2. Использование добавки на основе гуминовых кислот / К. В. Корсаков, А. А. Васильева, С. П. Москаленко [и др.] // Птицеводство. – 2018. – № 5. – С. 22-25.

3. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / И. А. Егоров, В. А. Манукян, Т. Н. Ленкова [и др.] ; под общей ред. В. И. Фисинина. – Сергиев Посад : ВНИТИП, 2013. – 52 с.

4. Пономаренко, Ю. А. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность : монография / Ю. А. Пономаренко, В. И. Фисинин, И. А. Егоров. – Минск : Белстан, 2020. – 764 с.

5. Применение гумусовых кислот для оптимизации белкового обмена и повышения продуктивных качеств у цыплят-бройлеров / Д. Т. Соболев, П. А. Сандул, В. Ф. Соболева, Е. В. Горидовец // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2022. – № 1 (16). – С. 71-74.

6. Сандул, П. А. Антиоксидантный эффект токоферолов и L-карнитина у цыплят-бройлеров / П. А. Сандул, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2017. – Т. 53, вып. 2. – С. 129-132.

7. Сандул, П. А. Состояние белкового и липидного обменов у цыплят-бройлеров при применении препаратов, содержащих витамин Е / П. А. Сандул, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2016. – Т. 52, вып. 2. – С. 78-81.

8. Сандул, П. А. Энзимные констелляции в сыворотке крови у цыплят-бройлеров на фоне применения препаратов, содержащих токоферолы и L-карнитин / П. А. Сандул, Д. Т. Соболев // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2023. – № 2 (19). – С. 116-118.

9. Соболев, Д. Т. Динамика индикаторных ферментов сыворотки крови, поджелудочной железы и печени ремонтного молодняка кур, вакцинированного против инфекционного ларинготрахеита / Д. Т. Соболев, Д. В. Елисейкин // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2008. – Т. 44, вып. 2, ч. 2. – С. 142-147.

10. Ферментный спектр сыворотки крови, печени и поджелудочной железы ремонтного молодняка кур, вакцинированных против ИБК / Д. Т. Соболев, И. Н. Громов, В. М. Холод, Б. Я. Бирман // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария. – 2005. – № 1. – С. 34-41.

УДК 631.86: 633.16: 631.453

МОДУЛЯЦИЯ МИКРОБИОМА РУБЦА ПРОБИОТИЧЕСКИМИ ШТАММАМИ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА МОЛОЧНОГО СКОТА (КРАТКИЙ ОБЗОР)

Жуковская Е. Н. – аспирант 1 года обучения института биологии и ветеринарной медицины
Научный руководитель – Кузякина Л. И., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Микробиом рубца представляет собой сложную экосистему, состоящую из бактерий, архей, грибов и простейших, которая играет ключевую роль в пищеварении жвачных животных, обеспечивая ферментацию растительных полимеров и синтез микробного белка и

летучих жирных кислот. В последние десятилетия применение молекулярно-генетических методов (NGS-секвенирование, T-RFLP-анализ, ПЦР в реальном времени) позволило существенно расширить представления о таксономическом и функциональном разнообразии рубцовой микробиоты, выявив, что до 90% рубцовых микроорганизмов являются некультивируемыми и ранее неизвестными. Цель настоящего обзора - систематизировать современные данные о влиянии пробиотических штаммов на структуру и функциональный потенциал микробиома рубца, а также проанализировать связь между модуляцией микробиома и продуктивными качествами молочного скота. В обзоре рассмотрены механизмы действия пробиотиков на основе бактерий родов Enterococcus, Bacillus, Lactobacillus, а также дрожжевых культур Saccharomyces cerevisiae. Показано, что введение пробиотических штаммов способствует увеличению численности целлюлозолитических бактерий, снижению содержания лактат-продуцирующих микроорганизмов (родов Anaerofilum, Anaerostipes) и патогенов (Fusobacterium, Campylobacter, Mycoplasma), что сопровождается повышением молочной продуктивности на 5–15%, улучшением качественных показателей молока (жир, белок) и снижением числа соматических клеток. Особое внимание уделено современным метагеномным подходам, позволяющим прогнозировать метаболические пути микробиома, в том числе связанные с синтезом пропионата, глиоксилата и γ-аминомасляной кислоты. Обобщение представленных данных позволяет заключить, что целенаправленная модуляция микробиома рубца пробиотиками является перспективной стратегией повышения эффективности молочного скотоводства.

Ключевые слова: микробиом рубца, пробиотики, молочный скот, продуктивность, NGS-секвенирование, метагеномика, целлюлозолитические бактерии, летучие жирные кислоты, Enterococcus faecium, Bacillus subtilis, Saccharomyces cerevisiae

Введение. Рубец жвачных животных представляет собой уникальную анаэробную экосистему, в которой обитает сложное сообщество микроорганизмов - бактерий (10^{1}–10^{11} клеток/мл), простейших (10^{5}–10^{6} клеток/мл), грибов (10^{3}–10^{7} клеток/мл) и метаногенных архей. Именно эти симбионты обеспечивают возможность использования лигноцеллюлозных кормов, превращая растительные полисахариды в летучие жирные кислоты (ЛЖК) - основной источник энергии для жвачных, а также синтезируя микробный белок, витамины группы В и витамин К [3,5].

До 1990-х годов изучение рубцовой микрофлоры ограничивалось классическими культуральными методами, что позволяло охарактеризовать лишь 5–15% реально существующего микробного разнообразия. Внедрение молекулярно-генетических подходов - в первую очередь, секвенирования гена 16S рРНК, T-RFLP-анализа и технологий высокопроизводительного секвенирования (NGS) - совершило революцию в понимании состава и функций рубцового микробиома [4,5]. Было установлено, что доминирующими филумами в рубце являются Bacteroidetes (включая род Prevotella), Firmicutes и Proteobacteria, при этом значительная часть микроорганизмов (до 90%) относится к некультивируемым формам.

Одним из важнейших практических следствий этих исследований стало понимание того, что состояние микробиома рубца напрямую связано со здоровьем и продуктивностью животных. Введение в рацион пробиотических препаратов, содержащих живые микроорганизмы - антагонистов патогенов и стимуляторов полезной микрофлоры, рассматривается сегодня как эффективная стратегия модуляции рубцового микробиома, альтернативная использованию антибиотиков-стимуляторов роста, запрещённых в ряде стран с 2006 года [9].

Целью настоящего обзора является обобщение результатов отечественных и зарубежных исследований по влиянию пробиотических штаммов на таксономический и функциональный состав микробиома рубца, а также анализ того, как эти изменения отражаются на продуктивных качествах молочного скота.

Материал и методы исследования. Проведён систематический обзор публикаций 2020–2026 гг. из баз Web of Science, Scopus, PubMed, Google Scholar, eLibrary.Ru и CyberLeninka. Отбирались исследования in vivo на молочном скоте с применением пробиотиков (Lactobacillus, Bifidobacterium и др.), содержащие данные о микробиоме рубца (анализ - секвенирование 16S рРНК, метагеномика и т.д.) и продуктивности (удой, состав молока и т.п.). Данные из публикаций извлечены и обобщены; выявлены закономерности и противоречия.

Результаты исследования.

1. Современные методы изучения микробиома рубца. Понимание изменений, происходящих в рубцовой микробиоте под влиянием пробиотиков, стало возможным благодаря развитию молекулярно-генетических методов, которые позволяют идентифицировать микроорганизмы без этапа культивирования.

1.1. T-RFLP-анализ. Метод терминального полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (T-RFLP) основан на амплификации консервативных участков гена 16S рРНК с использованием флуоресцентно-меченых праймеров с последующей рестрикцией и электрофорезом. Этот подход позволяет оценить изменения в сложных микробных сообществах, отслеживать генотипические сдвиги и выявлять корреляции между составом микробиома и продуктивностью животных. В лаборатории ООО «БИОТРОФ» с использованием T-RFLP-анализа впервые в мире были разработаны нормативы содержания микроорганизмов в рубце крупного рогатого скота с учётом возраста и физиологического состояния [5].

1.2. NGS-секвенирование (метагеномика). Технологии высокопроизводительного секвенирования (Next-Generation Sequencing) позволяют получать миллионы нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК за один эксперимент, что даёт возможность не только идентифицировать таксономический состав микробиома на уровне родов и видов, но и с помощью биоинформатических инструментов (PICRUSt2, MetaCyc) прогнозировать функциональный потенциал метаболических путей. Именно NGS-секвенирование позволило установить, что у высокопродуктивных коров формируется особая микрофлора рубца с преобладанием амилолитических бактерий и снижением доли целлюлозолитиков, что связано с риском развития лактатного ацидоза [3,6].

1.3. ПЦР в реальном времени. Количественная ПЦР (РВ-ПЦР) используется для детекции и количественного определения специфических таксономических групп микроорганизмов. Этот метод незаменим при мониторинге динамики численности отдельных штаммов пробиотиков в рубце и кишечнике, а также при оценке содержания патогенов [4].

Таким образом, комплексное применение перечисленных методов позволяет получить полную картину структурно-функциональных перестроек рубцового микробиома при введении пробиотиков.

2. Таксономическая структура микробиома рубца в норме и её нарушения.

2.1. Нормальный микробиом. Согласно многолетним исследованиям, проведённым в ООО «БИОТРОФ» на более чем 2000 образцах рубцового содержимого, у клинически здоровых лактирующих коров доминируют следующие группы микроорганизмов [5]: целлюлозолитические бактерии (Lachnospira multiparus, Fibrobacter succinogenes, Butyrivibrio fibrisolvens, Ruminococcus albus, Clostridium lochheadii) - не менее 20% от общего пула. Они расщепляют клетчатку до ЛЖК; амилолитические бактерии (Bacteroides ruminicola, Streptococcus bovis, Selenomonas ruminantium) - их доля возрастает при высококонцентратном типе кормления; лактат-утилизирующие бактерии (Megasphaera elsdenii, Selenomonas lactilytica) - не более 3%; бифидобактерии (Bifidobacterium spp.) - не менее 0,5%, обладают антимикробной и иммуномодулирующей активностью; бациллы (Bacillus spp., Paenibacillus spp.) - не менее 7–10%, проявляют протеолитическую и антимикробную активность. При этом в небольших количествах у здоровых животных могут присутствовать условно-патогенные микроорганизмы (энтеробактерии - до 10%, актиномицеты - до 10%, лактобактерии - до 2%), а также патогены (микоплазмы, трепонемы, стрептококки), которые находятся под контролем иммунной системы и нормобиоты.

2.2. Дисбиотические нарушения. При высококонцентратном кормлении (доля комбикорма более 50–60% по питательности) в рубце развивается лактатный ацидоз. Механизм его развития включает следующие звенья [5,6]: увеличение доли амилолитических бактерий, которые ферментируют крахмал с образованием молочной кислоты; снижение pH рубца (<5,6) и угнетение целлюлозолитических и лактат-утилизирующих бактерий; рост лактобактерий и патогенных фузобактерий (Fusobacterium necrophorum), для которых лактат служит питательным субстратом; повреждение эпителия рубца, проникновение патогенов в кровоток, развитие абсцессов печени, ламинитов, эндометритов и маститов. Именно коррекция этих нарушений с помощью пробиотиков является предметом активных исследований.

3. Влияние пробиотиков на микробиом рубца.

3.1. Пробиотики на основе бактерий рода Enterococcus (Целлобактерин+). Одним из наиболее изученных пробиотических препаратов является Целлобактерин+, содержащий штамм Enterococcus faecium 1-35, выделенный из рубца крупного рогатого скота. В исследовании Йылдырым с соавт. (2020) было показано, что введение этого пробиотика в рацион лактирующих коров в дозе 40 г/гол./сут. в течение 60 дней приводило к значительным изменениям таксономической структуры рубцового микробиома [3]. Так, наблюдалось снижение доли лактат-продуцирующих бактерий родов Anaerofilum (в 2,3 раза, $p \leq 0,05$) и Anaerostipes (в 1,8 раза, $p \leq 0,05$). Эти микроорганизмы образуют лактат как конечный продукт метаболизма глюкозы, и их избыток ассоциирован с субклиническим ацидозом. Кроме того, было установлено снижение представленности патогенных и условно-патогенных родов: Campylobacter, Gemella, Mycoplasma, Shewanella ($p \leq 0,05$) и Fusobacterium ($p \leq 0,001$), включая вид F. necrophorum - возбудитель некробактериоза, ламинитов и абсцессов печени. К тому же было выявлено увеличение численности бактерий с антимикробной активностью - Bifidobacterium (в 2,4 раза) и хищных бактерий Bdellovibrio, а также рост целлюлозолитических бактерий родов Pseudobutyrivibrio (ксиланолитики) и Lachnospira (пектинолитики), что способствовало улучшению переваримости клетчатки.

Важно отметить, что снижение численности фузобактерий и кампилобактерий в рубце коррелировало с уменьшением числа соматических клеток в молоке на 38 тыс./мл ($p=0,003$), что свидетельствует о снижении воспалительных процессов в молочной железе. Авторы предположили существование оси «рубец - вымя»: патогены, колонизирующие рубец при дисбиозе, могут мигрировать в молочную железу и вызывать субклинический мастит. Аналогичные результаты были получены в работе Романова (2022) на овцах: при скармливании ассоциации Enterococcus faecium 1-35 и Bacillus megaterium B-4801 в дозе 7 г/гол./сут. наблюдалось увеличение биомассы бактерий в рубце на 35,9%, простейших - на 84,6% и суммы ЛЖК - на 17,9% ($p<0,05$). При этом достоверно повысилась переваримость сухого вещества (на 1,9%, $p<0,05$) и клетчатки (на 2,8%, $p<0,05$), а ретенция азота увеличилась на 66,6% [8].

3.2. Пробиотики на основе Bacillus spp. Бактерии рода Bacillus обладают рядом преимуществ для использования в качестве пробиотиков: они образуют эндоспоры, устойчивые к кислой среде желудка и высоким температурам гранулирования кормов. В исследовании Лаптева с соавт. (2020) был проведён полногеномный анализ штамма Bacillus megaterium B-4801, который показал наличие генов, ответственных за синтез широкого спектра антимикробных соединений [6]. А именно генов синтеза жирных кислот C3–C18 (FabD, FabF, FabG, FabZ, FabI), продуцирующие масляную, капроновую, каприловую, каприновую, лауриновую, миристиновую, пальмитиновую, стеариновую и олеиновую кислоты, обладающие выраженной антимикробной активностью в отношении грамположительных и грамотрицательных патогенов. Также был выявлен кластер генов Asm22-24, Asm43-45, Asm47, связанных с биосинтезом бактериоцина каносамина (аминогликозид) и поликетидных ансамициновых антибиотиков (макролиды). Культуральными методами было подтверждено, что B. megaterium B-4801 подавляет рост Staphylococcus aureus (зона задержки роста 25 мм), Candida tropicalis (10 мм), Escherichia coli (5 мм) и Clostridium sp. (2 мм). Эти данные объясняют механизм снижения содержания патогенов в рубце при введении бациллярных пробиотиков.

3.3. Дрожжевые пробиотики (Saccharomyces cerevisiae). Живые дрожжи и дрожжевые культуры Saccharomyces cerevisiae широко используются в кормлении молочного скота. В обзоре Cangiano с соавт. (2020) проанализировано 68 исследований, показавших, что добавление дрожжей способствует стабилизации pH рубца за счёт стимуляции лактат-утилизирующих бактерий (Megasphaera elsdenii, Selenomonas ruminantium); увеличению численности целлюлозолитических бактерий и простейших; снижению заболеваемости диареей у телят и сокращению продолжительности болезни [10].

В исследовании Баранова и Хоштария (2022) при скармливании активатора рубцового пищеварения «МегаБуст Румен» (содержит живые дрожжи) высокопродуктивным коровам (удой >9000 кг) было установлено увеличение продолжительности жвачки на 17,7% и времени потребления кормов на 23,1%, что сопровождалось ростом суточного удоя на 9,6% (с 38,5 до 42,2 кг) [1].

3.4. Многокомпонентные пробиотики (РУМИТ ПРО, Румит). Препараты серии «Румит» созданы на основе культивированных штаммов целлюлозолитических бактерий, выделенных из рубца северного оленя (Rangifer tarandus). Эти штаммы обладают повышенной способностью к деградации лигноцеллюлозы в условиях скудного кормового рациона. В исследовании Гусарова с соавт. (2026) при скармливании «РУМИТ ПРО» в дозе 50 г/гол./сут. в течение 4 месяцев было отмечено увеличение среднесуточного удоя на 7,1 кг (17,4%, $p \leq 0,05$); повышение уровня общего белка в сыворотке крови (на 4,3 г/л, $p \leq 0,05$) и γ-глобулинов (на 4,8 г/л, $p \leq 0,05$), что указывает на активацию гуморального иммунитета; увеличение концентрации пировиноградной кислоты (на 28,5 мкмоль/л, $p \leq 0,05$) при снижении глюкозы (на 0,6 ммоль/л, $p \leq 0,05$), что свидетельствует об усилении глюконеогенеза и более эффективном использовании глюкозы молочной железой [2].

В работе Литониной с соавт. (2021) на двух племзаводах Вологодской области добавка «Румит» (50 г/гол./сут.) увеличила плотность инфузорий в рубце в 3–5 раз (до 216,6 тыс. ос./мл), при этом в опытных группах появились новые роды простейших - Epidinium, Isotricha и Ophryoscolex, что свидетельствует об оптимизации рубцового пищеварения. Среднесуточный удой возрос на 6,3–9,0%, а содержание жира и белка в молоке увеличилось на 0,05–0,07% [7].

3.5. Пробиотики для лечения диареи телят (АЦИДИАР). Препарат «АЦИДИАР» содержит бактерии Bacillus acidocaldarius (1×10^8 КОЕ/г), а также электролиты (NaCl, KCl, цитрат натрия), декстрозу и аминокислоты. Препарат предназначен для восполнения потерь жидкости и устранения симптомов диареи у телят. Согласно инструкции, препарат выпаивают в дозе 80 г/гол. 1–2 раза в сутки в течение 2–3 дней. Бактерии B. acidocaldarius проявляют прямой антагонизм в отношении патогенной и гнилостной микрофлоры, поддерживая микробиоценоз желудочно-кишечного тракта. Клинические испытания показали, что применение «АЦИДИАР» сокращает продолжительность диареи на 1,5–2 дня и повышает сохранность молодняка на 5–7%.

4. Функциональные изменения микробиома под влиянием пробиотиков. Современные биоинформатические инструменты (PICRUSt2, MetaCyc) позволяют не только оценивать таксономические сдвиги, но и прогнозировать изменения метаболических путей микробиома. В исследовании Йылдырым с соавт. (2020) было установлено, что введение E. faecium 1-35 усиливает функциональный потенциал метаболических путей [3]:

- синтез глиоксилата из аллантоина - в 3,5 раза ($p \leq 0,05$). Глиоксилатный цикл позволяет микроорганизмам синтезировать глюкозу из уксусной кислоты, что особенно важно для жвачных, находящихся в состоянии физиологической гипогликемии;
- биосинтез пропионата из L-глутамата - в 2,3 раза ($p \leq 0,05$). Пропионовая кислота является ключевым предшественником глюкозы в процессе глюконеогенеза, обеспечивая до 70% глюкозы крови у высокопродуктивных коров;
- синтез γ-аминомасляной кислоты (ГАМК) из L-орнитина - в 2,8 раза ($p \leq 0,05$). ГАМК обладает нейропротекторным действием, снижает стресс-реактивность и может способствовать лучшей адаптации животных к технологическим стрессам;

- синтез мочевины - в 4,8 раза ($p \leq 0,01$). Это важно для рециклинга азота: эндогенная мочевина поступает в рубец со слюной и используется микроорганизмами для синтеза микробного белка;
- синтез сукцинил-КоА и сукцината - в 2,8 раза ($p \leq 0,05$). Сукцинат является непосредственным предшественником пропионата в рубце.

Эти данные убедительно показывают, что пробиотики не просто меняют состав микроорганизмов, но и перепрограммируют метаболическую активность всего сообщества, направляя её в сторону более эффективного использования корма и энергии.

5. Влияние модуляции микробиома на продуктивные качества.

5.1. Молочная продуктивность. Обобщая результаты многочисленных исследований, можно констатировать, что применение пробиотиков в кормлении лактирующих коров повышает среднесуточный удой на 5–15%. В опыте с Целлобактерином+ прирост удоя составил 1,6 кг/сут. (5,0%) [3]; при использовании РУМИТ ПРО - 7,1 кг/сут. (17,4%) [2]; добавка «Румит» увеличила удой на 1,9–2,7 кг/сут. (6,3–9,0%) [7]; пробиотик «МегаБуст Румен» - на 3,7 кг/сут. (9,6%) [1]. Важно отметить, что эффект более выражен в хозяйствах с высококонцентратным типом кормления, где риск ацидоза и дисбиоза максимален, а также в периоды стресса (раздой, высокая температура).

5.2. Качество молока. Пробиотики также положительно влияют на жирно-кислотный и белковый состав молока. В большинстве исследований отмечено повышение массовой доли жира на 0,05–0,2% и белка на 0,03–0,07% [2,3,7]. Это объясняется двумя механизмами: увеличение синтеза ацетата и бутирата в рубце (основные предшественники молочного жира) и повышение поступления микробного белка в тонкий кишечник, что увеличивает доступность аминокислот для синтеза молочного белка.

5.3. Снижение числа соматических клеток. Одним из наиболее ценных эффектов пробиотиков является снижение соматических клеток в молоке - маркера воспаления молочной железы. В исследовании Йылдырым с соавт. (2020) этот показатель снизился на 23,3% (с 163 до 125 тыс./мл, $p=0,003$). Корреляционный анализ показал прямую связь между содержанием стафилококков в рубце и соматических клеток в молоке ($r=0,72$) [5], что подтверждает гипотезу о миграции патогенов из рубца в вымя.

5.4. Здоровье и воспроизводство. Применение пробиотиков сопровождается улучшением общего состояния здоровья коров. В опыте с Целлобактерином+ [5] было отмечено снижение заболеваемости маститом на 20%; снижение заболеваемости эндометритом на 10%; уменьшение числа трудных отёлов на 33%; сокращение сервис-периода на 8 дней; снижение индекса осеменения на 27%. Эти данные свидетельствуют о системном положительном действии пробиотиков, связанном с восстановлением микробиома рубца и снижением бактериальной нагрузки на другие органы и ткани.

6. Практические рекомендации. На основании обобщённых данных можно сформулировать следующие практические рекомендации по использованию пробиотиков для модуляции микробиома рубца: 1) Выбор штамма. Наиболее эффективны полиштаммовые пробиотики, содержащие как молочнокислые бактерии (Enterococcus faecium), так и спорообразующие бациллы (Bacillus subtilis, B. megaterium), а также целлюлозолитические штаммы, адаптированные к рубцовой экосистеме. 2) Дозировка и режим. Оптимальная доза составляет 50–100 г/гол./сут. для пробиотиков на основе бактерий и 10–20 г/гол./сут. для дрожжевых культур. Введение должно быть непрерывным в течение не менее 60–90 дней для закрепления положительных изменений в микробиоме. 3) Периоды применения. Наиболее целесообразно включать пробиотики в рацион в периоды наибольшего метаболического стресса: транзитный период (за 3 недели до и после отёла), период раздоя (первые 100 дней лактации), а также при смене рационов (весной, при переходе на пастбищное содержание). 4) Сочетание с пребиотиками. Включение в рацион пребиотиков (маннановые и фруктоолигосахариды, β-глюканы) может потенцировать действие пробиотиков, обеспечивая субстрат для роста полезной микрофлоры [10].

Заключение. Современные молекулярно-генетические методы (NGS-секвенирование, T-RFLP-анализ, PICRUSt2-прогнозирование) позволили совершить качественный скачок в понимании того, как пробиотики изменяют таксономический и функциональный состав микробиома рубца. Ключевыми эффектами являются увеличение численности целлюлозолитических и лактат-утилизирующих бактерий; снижение содержания лактат-продуцентов (Anaerofilum, Anaerostipes) и патогенов (Fusobacterium, Campylobacter, Mycoplasma); активация метаболических путей, связанных с синтезом пропионата, глиоксилата, ГАМК и мочевины. Эти изменения закономерно приводят к повышению молочной продуктивности (на 5–15%), улучшению качества молока (жир, белок), снижению числа соматических клеток и улучшению здоровья животных (снижение заболеваемости маститами, эндометритами, ламинитами). Перспективными направлениями дальнейших исследований являются: изучение долгосрочных эффектов пробиотиков на продолжительность продуктивного использования коров; разработка персонализированных пробиотических стратегий с учётом исходного микробиома животного (метагеномное профилирование перед назначением); создание синбиотических композиций (пробиотик + пребиотик) с синергическим действием; применение метаботранскриптомных и метаболомных подходов для прямого измерения метаболической активности микробиома in vivo. Целенаправленная модуляция микробиома рубца с помощью пробиотиков является научно обоснованной и практически эффективной стратегией повышения продуктивности и здоровья молочного скота, соответствующей современным требованиям «зелёной» экономики и органического животноводства.

Литература

1. Баранова, Н. С. Пищевое поведение высокопродуктивных коров при использовании активатора рубцового пищеварения / Н. С. Баранова, Г. Е. Хоштария // Вестник АПК Верхневолжья. – 2022. – № 2 (58). – С. 48-54.

2. Влияние многокомпонентного биопрепарата на молочную продуктивность и показатели белкового обмена у высокопродуктивных коров / И. В. Гусаров, И. А. Ключникова, Е. А. Йылдырым [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. – 2026. – Т. 109, № 1. – С. 55-72.

3. Таксономическая и функциональная характеристика микробиоты рубца лактирующих коров под влиянием пробиотика Целлобактерина+ / Е. А. Йылдырым, Г. Ю. Лаптев, Л. А. Ильина [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55, № 6. – С. 1204-1219.

4. Исследование микробиома рубца у овец с использованием молекулярно-генетических методов (обзор) / Е. М. Колоскова, К. С. Остренко, В. А. Езерский [и др.] // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2020. – № 4. – С. 5-26.

5. Лаптев, Г. Ю. Микробиом рубца жвачных: современные представления / Г. Ю. Лаптев, Л. А. Ильина, В. В. Солдатова // Животноводство России. – 2018. – № 10. – С. 38-42.

6. Геномный и фенотипический потенциал антимикробной активности штамма бактерии Bacillus megaterium B-4801 / Г. Ю. Лаптев, Е. А. Йылдырым, Т. П. Дуняшев [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55, № 4. – С. 816-829.

7. Использование ферментативно-пробиотической добавки «Румит» в кормлении лактирующих коров в племенных заводах Вологодской области / А. С. Литонина, Н. В. Бурцева, Ю. М. Смирнова [и др.] // Аграрная наука. – 2021. – № 1 (344). – С. 39-42.

8. Романов, В. Н. Эффективность применения ассоциации пробиотиков в рационах овец / В. Н. Романов // Аграрная наука. – 2022. – Т. 362, № 9. – С. 37-41.

9. Султанаева, Л. З. Эффективность использования фитобиотических добавок в рационе крупного и мелкого рогатого скота (обзор) / Л. З. Султанаева, Ю. А. Балджи // Животноводство и кормопроизводство. – 2021. – Т. 104, № 2. – С. 96-110.

10. INVITED REVIEW: Strategic use of microbial-based probiotics and prebiotics in dairy calf rearing / L. R. Cangiano, T. T. Yohe, M. A. Steele, D. L. Renaud // Applied Animal Science. – 2020. – Vol. 36, No. 5. – P. 630-651.

УДК 633.161

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО (*HERACLEUM SOSNOWSKYI*) В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Калинкин Д. И. – студент 3 курса агрономического факультета
Научный руководитель – Климова А. В., канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ им. Л. Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты методов борьбы с борщевиком Сосновского.

Ключевые слова: методы борьбы, сельское хозяйство

Инвазия борщевика Сосновского(Heracleum sosnowskyi Manden.) на территории Нижегородской области приобрела характер экологического и социально-экономического бедствия. Традиционные методы борьбы (механическое скашивание, сплошная химическая обработка) демонстрируют недостаточную эффективность и высокую трудоемкость, что обусловлено биологическими особенностями вида: формированием банка семян в почве, высокой семенной продуктивностью и вегетативной подвижностью. В данном аналитическом обзоре систематизированы и оценены перспективы применения инновационных методов для решения данной проблемы. Рассмотрены три ключевых направления: 1) Высокотехнологичные механические методы, включающие использование роботизированных комплексов для точечного уничтожения растений и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для картографирования очагов и мониторинга; 2) Современные химические методы, основанные на прецизионном применении гербицидов последних поколений (на основе метсульфурон-метила, имазапира, глифосата в баковых смесях) с использованием интеллектуальных дозаторов и прилипателей, обеспечивающих минимальную экологическую нагрузку; 3) Биологические методы, в частности, перспективы использования специализированного фитофага – борщевичной моли (Depressaria radiella) и аллелопатического подавления с помощью замещающих фитоценозов (кострец безостый, виды рода Galega). Сделан вывод, что только комплексный подход, интегрирующий инновационные технологии на разных стадиях инвазии и адаптированный к ландшафтно-климатическим особенностям Нижегородской области, позволит перейти от локального сдерживания к стратегии полной эрадикации вида.

Введение

Борщевик Сосновского(Heracleum sosnowskyi) остается одним из наиболее проблемных инвазивных видов в центральной части России, в том числе и в Нижегородской области. Его распространение приводит к деградации естественных экосистем, вытеснению аборигенных видов растений, обусловливает риски для здоровья населения (ожоги) и наносит значительный ущерб сельскому хозяйству [1]. Несмотря на предпринимаемые усилия, площадь зарослей борщевика продолжает увеличиваться, что свидетельствует о недостаточной эффективности применяемых традиционных подходов [2].

Ограниченность методов сплошного скашивания и обработки гербицидами общего действия диктует необходимость перехода к наукоемким, точным и экологически сбалансированным решениям. Развитие технологий в области робототехники, дистанционного зондирования, биотехнологии и агрохимии открывает новые возможности для создания высокоэффективных систем контроля над борщевиком.

Цель данного обзора – проанализировать существующий арсенал инновационных методов борьбы с борщевиком Сосновского и оценить потенциал их интеграции в единую стратегию для условий Нижегородской области.

Материалы и методы

Работа выполнена методом аналитического обзора современных научных публикаций,патентов и отчетов по тематике контроля инвазивных видов, с акцентом на методы, применимые в зоне умеренного климата. Проведен сравнительный анализ технологий по критериям: эффективность, экономическая целесообразность, экологическая безопасность, возможность масштабирования.

Результаты и обсуждение

1. Высокотехнологичные механические и физические методы

- Роботизированные комплексы для точечного уничтожения: Перспективным направлением является создание автономных или полуавтономных платформ, оснащенных системами компьютерного зрения для идентификации розеток и взрослых особей борщевика. Такие роботы могут быть снабжены манипуляторами для:
- Локального впрыскивания гербицидов непосредственно в стебель или корневую шейку, что сокращает расход химикатов на 90-95% по сравнению с опрыскиванием.
- Механического уничтожения точки роста (выкапывание, срезание с последующим прижиганием).
- Высокочастотного электромагнитного воздействия на корневую систему.
- Преимущества: высочайшая точность, минимальное воздействие на нецелевые виды, возможность работы на труднодоступных участках.
- Ограничения: высокая стоимость разработки и внедрения, зависимость от рельефа.
- Использование БПЛА (дронов):
- Мультиспектральная и гиперспектральная съемка позволяет с высокой точностью идентифицировать и картографировать очаги произрастания борщевика на ранних стадиях вегетации, составляя цифровые карты полей для планирования обработок.
- Прецизионное опрыскивание с дронов, оснащенных системами распыления, обеспечивает точечное нанесение препаратов, особенно эффективное на склонах оврагов, вдоль обочин дорог и на других неудобьях.[3]

2. Современные химические методы

- Разработка селективных препаратов и баковых смесей: Ведется поиск гербицидов, избирательно действующих на растения семейства Зонтичные. Комбинации действующих веществ (например, глифосата с метсульфурон-метилом или сульфонилмочевинами) в синергии с современными прилипателями и пенетрантами позволяют повысить эффективность поглощения и транспорта препарата в растении, особенно против многолетних корнеотпрысковых форм.
- Технологии контролируемого высвобождения: Микрокапсулированные формы гербицидов могут обеспечивать пролонгированное действие, подавляя прорастание семян из почвенного банка и отрастание новых побегов.

3. Биологические методы

- Использование специализированного фитофага – борщевичной моли (Depressaria radiella): Гусеницы этой бабочки минируют соцветия, стебли и черешки листьев, существенно снижая жизнеспособность растений и их семенную продуктивность. Теоретически, интродукция и поддержание устойчивой популяции фитофага может стать долгосрочным и саморегулирующимся фактором контроля.
- Фитоконкурентное подавление (аллелопатия): Целенаправленное создание плотных травостоев из конкурентно-способных многолетних культур (кострец безостый, козлятник восточный, люцерна, бобово-злаковые смеси) позволяет эффективно вытеснять

борщевик за счет затенения и аллелопатического воздействия корневых выделений. Этот метод наиболее экологичен и применим на землях сельскохозяйственного назначения. [4]

Заключение

Анализ инновационных методов борьбы с борщевиком Сосновского демонстрирует, что ни один из них в отдельности не является «серебряной пулей». Максимальная эффективность может быть достигнута только путем интеграции различных подходов в рамках адаптивной стратегии, учитывающей специфику Нижегородской области.

Перспективная комплексная стратегия должна включать:

1. Этап картирования и мониторинга: Использование БПЛА и ГИС-технологий для создания единого реестра очагов.
2. Этап точечного воздействия: Применение роботизированных комплексов и дронов для ликвидации отдельных растений и небольших куртин в труднодоступных местах.
3. Этап площадного подавления: На крупных массивах – комбинация прецизионного химического воздействия с последующим немедленным созданием замещающих фитоценозов.
4. Этап долгосрочного контроля: Мониторинг и поддержание биологического агента (борщевичной моли) для предотвращения реколонизации территорий. [5]

Внедрение такой стратегии требует консолидации усилий органов власти, научного сообщества и агробизнеса, но является единственным путем решения проблемы борщевика в долгосрочной перспективе.

Литература

1. Дгебуадзе, Ю. Ю. Биологические инвазии чужеродных видов – глобальный вызов последних десятилетий / Ю. Ю. Дгебуадзе // Вестник РАН. – 2023. – Т. 93, № 9. – С. 814-823.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году : государственный доклад. – Москва : Минприроды России, 2023. – 686 с.
3. Sheley, R. L. Ecologically-Based Invasive Plant Management: Step by Step / R. L. Sheley, B. S. Smith // Rangelands. – 2020. – Vol. 42 (4). – P. 115-124.
4. Патент № 2706552 C1 Российская Федерация, МПК A01M 21/00. Способ уничтожения борщевика Сосновского : № 2019102450 : заявл. 29.01.2019 : опубл. 19.11.2019 / И. В. Петрова, А. Г. Осминин, И. А. Юсупов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук
5. Петросян, В. Г. Чужеродные виды в экосистемах: мониторинг, оценка рисков, управление / В. Г. Петросян, Ю. Ю. Дгебуадзе. – Москва : КМК, 2020. – 450 с.

УДК 633.161

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗЕМЛИ НА ПЕРЕДОВОЙ ЭКОЛОГИИ: КАК ОХРАННЫЕ ЗОНЫ МЕНЯЮТ ЛИЦО АГРАРНОГО ЛАНДШАФТА

Калинкин Д. И. – студент 3 курса агрономического факультета
Огородова М. В. – канд. экон. наук, доцент
Тайгунов М. Е. – канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ им. Л. Я. Флорентьева, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты охранных зон, анализируется их влияние на развитие сельского хозяйства и выявляются потенциальные возможности и проблемы, связанные с дальнейшим развитием этого института.

Ключевые слова: охранные зоны, сельское хозяйство, сервитуты, прибрежные полосы, санитарно-защитные зоны

Земля — это базовый ресурс, который кормит человечество с незапамятных времен. Сельскохозяйственные угодья являются основой продовольственной безопасности, экономическим сердцем многих регионов и культурным ландшафтом, сформированным трудом поколений. Однако интенсивное сельское хозяйство, развитие промышленности, рост городов и крупных поселков неизбежно оказывает давление на природную среду: истощаются почвы, загрязняются воды, сокращается биоразнообразие. Поэтому сегодня человечество создает системы охраны природы, одной из ключевых составляющих которых являются охранные зоны, представляющие собой территории с особым статусом, которые призваны защищать уязвимые экосистемы, водные объекты, исторические памятники или обеспечивать безопасность критической инфраструктуры.

Нас же интересует вопрос, который является реальностью для миллионов фермеров и агропредприятий по всему миру: как регулируются отношения в случае, если границы таких зон накладываются на плодородные сельскохозяйственные земли? Включение сельхозугодий в состав охранных зон – это сложный процесс, порождающий как значительные вызовы для аграрного производства, так и открывающий новые возможности для формирования более устойчивого и ответственного землепользования.

Охранные зоны в сельском хозяйстве представляют собой специально выделенные территории, предназначенные для защиты природных ресурсов, предотвращения загрязнения окружающей среды и сохранения экологического баланса. Эти зоны создаются вокруг объектов инфраструктуры сельского хозяйства - полей, водоемов, пастбищ, животноводческих комплексов и перерабатывающих предприятий. Кроме того, в последние десятилетия, при активном развитии автодорожного, трубопроводного транспорта, значительная доля охранных зон приходиться на линейные промышленные объекты.

Охраняемые участки ограничены определенными правилами землепользования, направленными на минимизацию негативных воздействий хозяйственной деятельности человека на окружающую среду. Законодательство устанавливает четкий порядок определения границ охранных зон, меры ответственности за нарушение правил охраны территорий и требования к проведению работ в пределах охраняемых участков [1].

Понятие «охранная зона» объединяет широкий спектр территорий, каждая из которых имеет свои цели и, соответственно, свои особенности правового режима, и накладываемые ограничения. Для сельскохозяйственных земель наиболее актуальны несколько видов таких зон:

- водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы - один из наиболее распространенных типов охранных зон, непосредственно влияющий на сельское хозяйство. Устанавливаются вдоль берегов рек, озер, водохранилищ, морей и других водных объектов. Их главная задача – защита вод от загрязнения поверхностным стоком с полей, содержащим частицы почвы, удобрения, пестициды, отходы животноводства. В пределах этих зон, особенно в прибрежных защитных полосах (обычно шириной от нескольких метров до десятков метров), вводятся строжайшие ограничения: полный запрет на распашку земель, применение большинства пестицидов и удобрений, размещение складов ГСМ, строительство животноводческих объектов. В пределах более широкой водоохранной зоны ограничения могут быть менее жесткими, но также регулировать нормы внесения удобрений, использования химикатов, методов обработки почвы;
- санитарно-защитные зоны (СЗЗ) создаются вокруг потенциально опасных объектов: промышленных предприятий, очистных сооружений, свалок, и крупных животноводческих комплексов (ферм). В пределах этих зон может быть запрещено выращивание продовольственных культур, выпас скота, строительство жилья и общественных зданий;
- охранные зоны особо охраняемых природных территорий (ООПТ) размещаются вокруг заповедников, национальных парков, природных заказников и памятников природы с

целью минимизации негативного антропогенного воздействия на сам объект (предотвращение загрязнения, шумового воздействия и т.п);

- охранные зоны объектов культурного наследия - устанавливаются в местах расположения археологических памятников, древних курганов, исторических поселений для того, чтобы защитить культурный слой от разрушения. Сельскохозяйственная деятельность в таких зонах допускается, но с серьезными ограничениями: запрет на глубокую вспашку, планировку территории, земляные работы, строительство;
- охранные зоны инфраструктуры - размещаются вдоль линий электропередач, газо- и нефтепроводов, железных и автомобильных дорог для обеспечения их безопасной эксплуатации. Ограничения могут касаться высоты растений (под ЛЭП), проведения земляных работ, использования тяжелой техники вблизи подземных коммуникаций, размещения определенных типов сооружений [2].

Следует отметить, что включение сельскохозяйственных угодий в охранные зоны – приводит к реальному изменению условий хозяйствования, несущее серьезные экономические и организационные вызовы, в т.ч.:

- потеря продуктивных площадей, так, часть земель с.-х. производителя, иногда наиболее плодородной (как в поймах рек), может быть полностью или частично исключена из интенсивного производства, что напрямую ведет к снижению потенциального урожая и дохода;
- увеличение затрат и снижение рентабельности: ограничения на химическую защиту и удобрения заставляют искать альтернативы: механическая обработка против сорняков (трудозатратно и не всегда эффективно), биологические средства (часто дороже и требуют специфических условий применения), органические удобрения (доступность и логистика могут быть проблемой) и т.п., - всё это ложится бременем на бюджет хозяйства. Снижение урожайности на ограниченных участках при сохранении или росте затрат неизбежно снижает общую рентабельность производства;
- сложность планирования и управления: ведение сельского хозяйства в условиях мозаичного расположения участков с разными режимами ограничений требует более сложного планирования полевых работ, логистики, выбора техники и культур. Это увеличивает управленческие расходы и риск ошибок;
- снижение стоимости активов: Земли с обременениями в виде охранных зон имеют меньшую привлекательность на рынке и, соответственно, более низкую кадастровую и рыночную стоимость. Это ограничивает возможности фермера по привлечению кредитов под залог земли или ее продаже;
- правовая неопределенность и административное давление: Не всегда четкое определение границ охранных зон на местности, сложность законодательства, необходимость взаимодействия с несколькими контролирующими органами, риск высоких штрафов за непреднамеренные нарушения – всё это создает атмосферу неопределенности и дополнительный стресс для аграриев [3].

Экологические дивиденды: Давайте разберемся, зачем же нужны эти ограничения?

Охранные зоны являются не прихотью экологов, а жизненной необходимостью для сохранения природных систем, от которых в конечном итоге зависит не только сельскохозяйственная деятельность, но и благополучие сельских жителей в целом. К позитивному влиянию охранных зон на аграрный ландшафт и экологию относим:

- сохранение водных источников («чистая вода – основа жизни»): защита водоемов от сельскохозяйственного загрязнения – это не только благо для природы, но и залог доступности чистой воды для орошения, водопоя скота, а также для питьевых нужд населения. Здоровые водные экосистемы – это место обитания полезных организмов, в том числе тех, что участвуют в естественном самоочищении воды;
- охрана почвенных ресурсов («здоровые почвы – фундамент плодородия»): предотвращение эрозии почв в прибрежных полосах и на склонах сохраняет самый ценный –

верхний плодородный слой. Ограничения на определенные виды обработки вблизи водоемов или в ООПТ способствуют сохранению структуры почвы и ее биологической активности;

- сохранение биоразнообразия («представители флопы и фауны – природные помощники агрария»): буферные зоны вокруг ООПТ и прибрежные полосы создают убежища для дикой флоры и фауны. Среди них – естественные враги вредителей сельскохозяйственных культур (насекомые-хищники и паразитоиды), а также дикие опылители, которые играют огромную роль в урожайности многих культур. Сохранение разнообразия растений и животных в агроландшафте делает его более устойчивым к вспышкам вредителей и болезней;
- улучшение качества продукции и имиджа сельского товаропроизводителя: использование более экологичных методов хозяйствования в охранных зонах, а иногда и переход на производство органической продукции, может повысить качество и стоимость конечной продукции, открывая доступ на новые рынки и формируя положительный имидж производителя, заботящегося об окружающей среде [4].

К устойчивому балансу: Пути решения и перспективы.

Конфликт интересов между охраной природы и интенсивным сельским хозяйством в пределах охранных зон требует умных, интегрированных решений. Поиск баланса – это путь, по которому должны идти государство, наука, бизнес и общество. К шагам по его достижению можно отнести.

Экономические механизмы поддержки: государство должно взять на себя часть бремени, возлагаемого на фермеров ограничениями. Это могут быть прямые субсидии за соблюдение экологических требований (например, за оставление земли под естественной растительностью в прибрежной полосе), компенсации за снижение урожайности, льготное кредитование на приобретение экологичной техники или переход на органическое производство. Важны программы страхования рисков, связанных с внедрением новых, менее предсказуемых технологий.

Зонирование и планирование: необходимо максимально точное картографирование границ охранных зон и их интеграция в системы территориального планирования и землеустройства. На уровне хозяйства – учет этих границ при разработке рабочих планов, севооборотов, проектов мелиорации и строительства.

Развитие и внедрение «зеленых» технологий: Сельское хозяйство должно становиться более экологичным в целом. Это включает точное земледелие (оптимальное внесение удобрений и СЗР только там, где это нужно), использование биологических средств защиты, развитие биоорганического земледелия, применение почвозащитных технологий (ноу-тилл, стрип-тилл). Эти методы актуальны везде, но становятся жизненно необходимыми в охранных зонах.

Научное сопровождение и образование: Сегодня необходимы исследования по адаптации агротехнологий к условиям охранных зон, разработке новых сортов, устойчивых к местным патогенам и вредителям в условиях ограничений на химию. Важно обучение фермеров, распространение знаний об экологически устойчивых практиках, проведение демонстрационных проектов.

Диалог и сотрудничество: эффективное управление охранными зонами невозможно без вовлечения всех заинтересованных сторон. Необходим открытый диалог между природоохранными органами, местными администрациями, фермерами, учеными и общественностью. Совместное обсуждение проблем, разработка гибких и адаптивных решений, основанных на местной специфике, помогут снять социальную напряженность и найти взаимоприемлемые подходы. Так, например одним из способов регулирования отношений в границах охранных зон трубопроводов, придорожных полос автомобильных дорог и т.п., может быть установление сервитутов, представляющих собой право ограниченного пользования чужим земельным участком (ст. 274 Гражданского кодекса Российской Федерации). Экономические отношения по поводу ограниченного пользования чужим земельным участком (сервитут) определены гражданским (с 1994 г.) и земельным (с 2001 г.) законодательством, которое предусматривает соразмерную плату за такое пользование

– т.е. лица, в пользу которых устанавливается сервитут для ремонта, обслуживания линейных объектов, выплачивают фермеру определенную сумму, которая служит некой компенсацией возникающих убытков и расходов [5, 6, с. 3].

Таким образом, ограничения, накладываемые охранными зонами на использование сельскохозяйственных земель, создают значительные трудности для аграрного сектора, требуя адаптации, инвестиций и иногда изменения самой философии хозяйствования. Сегодня ведется активный поиск более устойчивых, инновационных и гармоничных моделей землепользования. Сельскохозяйственные земли, расположенные в охранных зонах, могут стать полигонами для отработки лучших экологичных практик, примером того, как возможно производить качественную продукцию, одновременно заботясь о здоровье почвы, чистоте воды и богатстве биоразнообразия.

Переход к такому устойчивому будущему требует скоординированных усилий со стороны государства, науки, бизнеса и каждого земледельца. Так, например, сегодня актуальны исследования вопросам регулирования, кадастрового учета и экономической оценки организации охранных зон: законодательство лишь начинает предпринимать шаги по систематизации данной сферы земельно-имущественных отношений, В сфере кадастрового учета также существует множество проблем, возникающих при постановке таких зон на учет, связанных с трудностью определения границ, наличием ранее образовавшихся реестровых ошибок в учете земельных участков и др. [7, с. 135].

Только через совместную работу, основанную на понимании общей ответственности за сохранение природных ресурсов, можно превратить вызовы, связанные с охранными зонами, в возможности для построения по-настоящему устойчивого и процветающего аграрного ландшафта.

Литература

1. Бринчук, М. М. Экологическое право : учебник / М. М. Бринчук. – Подготовлен для системы КонсультантПлюс. – Москва, 2008.

2. Бринчук, М. М. Экосистемный подход в праве / М. М. Бринчук // Экологическое право. – 2008. – № 1. – С. 6-14.

3. Комплексное развитие сельского и лесного хозяйства / под общ. ред. И. А. Алтухова. – Нижний Новгород, 2005. – 168 с.

4. Алтухов, И. А. Новый аграрный строй России / И. А. Алтухов, А. Е. Шамин. – Нижний Новгород, 1996. – 277 с.

5. Варламов, А. А. Повышение эффективности использования земли : учебное пособие / А. А. Варламов, С. Н. Волков. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 143 с.

6. Климова, А. В. Реализация экономических интересов сельскохозяйственных организаций при установлении земельных сервитутов : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук : 08.00.05 / Климова Анна Владимировна. – Нижний Новгород, 2011. – 211 с.

7. Ушанов, А. А. Теоретические и практические проблемы установления зон с особыми условиями использования территорий / А. А. Ушанов, Ф. П. Румянцев, А. В. Климова // Научное обеспечение отрасли растениеводства и землеустройства сельскохозяйственных предприятий : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научно-педагогических работников и молодых ученых, посвященной 120-летию со дня рождения д.б.н., профессора Елены Петровны Куклиной-Хрущевой. – Нижний Новгород, 2022. – С. 135-139.

УДК 631.459

ФАКТОРЫ РИСКА ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕПРАВИЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Каткова И. В. – аспирант 2 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Копысов И. Я., д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В данной статье рассматривается анализ факторов, провоцирующих эрозионные процессы на сельскохозяйственных землях из-за некорректной организации водоснабжения и орошения.

Ключевые слова: эрозия, сельскохозяйственные земли, анализ, риски эрозии, водоснабжение

Эрозионные процессы – в современных условиях одна из наиболее серьезных проблем сельского хозяйства. Неправильное орошение и водоснабжение значительно усиливают водную эрозию, приводящую к деградации почв, снижению их плодородия и падению урожайности. По оценкам экспертов, около 31 % суши подвержены водной эрозии, и масштабы урона продолжает увеличиваться. В России миллионы гектаров сельхозугодий страдают от смыва плодородного слоя, загадочных промоин и оврагов, зачастую из-за неправильной организации ирригационных систем [3].

Вопрос, который будет анализироваться в данном исследования, заключается в том, что традиционные методы водоснабжения и орошения зачастую искажают влияние почвенно-климатических условий и рельефа местности, и тем самым выставляют всю почву на показ. Неправильный подход к поливу проводит к следующим негативным последствиям:

- Уменьшение структуры почвы;
- Уменьшение водопроницаемости почвы и влагоемкости;
- Потерю гумуса и питательных веществ;
- Потерю в водоемах взвесей и агрохимикатов;
- Уменьшает возможность использования земель для сельскохозяйственного производства [1].

Цель данной работы – выявить и сгруппировать факторы риска эрозии, касающейся неправильного давления в водоснабжении сельского хозяйства и предложить ряд мер, направленные на минимизацию этих факторов.

Примерные задачи исследования:

1. Изучить виды видовой водной эрозии, касающейся ирригации (поверхностный смыв, струйчатый размыв, ирригационная и овражная эрозия).
2. Проанализировать природные факторы риска – рельеф (крутизна и форма склонов), свойства почвы (гранулометрический состав, структурное состояние, водопроницаемость), климатические условия (интенсивность осадков, таяние снегов).
3. Найти антропогенные причины усиления эрозии – ошибки проектирования оросительных систем, превышение норм полива, вспашка вдоль склонов, отсутствие противоэрозионных приема.
4. Оценить последствия эрозийных процессов для агропроизводства (потеря плодородного слоя, падение урожайности) и экологии (потеря в водоемах, деградация ландшафта).
5. Предложить эффективность методов снижения эрозионных рисков – капельное орошение, дождевание, контурная обработка, террасирование, мульчирование, восстановление растительного покрова [10].

Подчеркнутые типы водной эрозии, имеющие отношение к орошениям:

1. Поверхностный смыв – это равномерный съём верхнего плодородного слоя почвы действием потоков воды, стекающих по склону сплошной массой. Происходит он в тех

случаях, когда количество воды превышает способность почвы впитывать воду. Характерен для наклонных участков местности, где вода движется по поверхности, увлекая с собой частички грунта.

Причины при орошениях:

- нарушение норм полива;
- превышение расхода воды при поверхностных способах орошения (например, полив напуском);
- отсутствие растительного покрова или нехватка его, способного замедлить сток воды.

2. Струйчатый размыв возникает, когда водяной поток собирается в отдельных струях, образуя небольшие борозды, ручейки или водороины. Глубина таких размывов обычно не превышает глубины пахотного слоя, впрочем, при систематически повторении они могут выродиться в серьезные повреждения.

Причины при орошениях:

- неправильный выбор способа орошения (например, полив по бороздам с слишком большим расходом воды);
- неравномерное распределение воды по поверхности;
- наличие препятствий на пути стока, из-за чего вода стекает в струи.

3. Ирригационная эрозия – это особая разновидность водной эрозии, возникающая в процессе орошения земель. Она имеет антропогенное происхождение, то есть ошибки в организации ирригационных систем и технологиях кислотного полива.

Виды ирригационной эрозии в зависимости от способа орошения:

- при орошении напуском по бороздам;
- при орошении по полосам;
- при орошении по чекам;
- при дождевании.

При этом причины таковой:

- нарушение правил и норм полива (превышение интенсивности, длительности орошения);
- неверный выбор вида орошения с учетом рельефа (крутизны и формы склона);
- недопустимая водопроницаемость почвы или ее неустойчивость к размыву;
- заблуждения в проектировании ирригационных каналов (слабая устойчивость дна и откосов, недостаток сопрягающих сооружений).

4. Овражная эрозия – наиболее губительная форма линейной эрозии, при которой возникают глубокие и расширяющиеся овраги. Она тоже может наткнуться на неконтролируемое развитие поверхностного смыва или струйчатого размыва.

Причины во время ирригации:

- отсутствие противоэрозионных мероприятий;
- концентрация водных потоков в промоях, которые постепенно углубляются и расширяются;
- деятельность подземных вод, способствующая росту оврагов [15].

Сравнение видов эрозии приведено в таблице 1.

К природным факторам риска во избежание эрозионных процессов, которые становятся более выраженными в условиях неправильной водозаборы в сельском хозяйстве, относят такие характеристики как рельеф, свойства почв и климат. Эти факторы взаимодействуют между собой и с антропогенными факторами, поднимая риск возможной эрозии.

Таблица 1 – Виды эрозии

Вид эрозии	Механизм	Характерные признаки	Последствия
Поверхностный смыв	Равномерный смыв почвы сплошным слоем воды	Уменьшение мощности пахотного слоя	Потеря гумуса и питательных веществ
Струйчатый размыв	Концентрация воды в струях, образование борозд и ручейков	Промоины глубиной до 20–30 см	Ухудшение структуры почвы
Ирригационная эрозия	Смыв и размыв почвы при орошении из-за нарушений технологии	Зависит от способа орошения (борозды, полосы, дождевание)	Массовая потеря почвы и питательных веществ
Овражная эрозия	Образование глубоких и расширяющихся оврагов	Углубление и расширение промоин, формирование оврагов	Разделение земель, иссушение, угроза инфраструктуре

1. Рельеф

Скорость стока и тем самым степень выраженности эрозии прямо пропорционально зависят от крутизны склона – с наклоном склона растут скорость поверхностного стока и скорость смыва почвы. Экспериментально установлено, что выходное аз (в сливаемом количестве почвы) со склона наиболее быстро нарастает неравномерно по кривой с углом наклона – что значит, что повышенная крутизна склона не всегда приводит к резкому увеличению смыва почвы – относительная скорость может изменяться от 1,1 до 1,8 раз в зависимости от интенсивности и количества осадков, характера растительного покрова и других факторов. В зависимости от крутизны склона выделяются почвы по степени смытости: слабосмытые – на склонах 1-3°, среднесмытые – 3-5°, сильносмытые – более 5°.

Форма склонов также важна. На выпуклых склонах эрозия интенсифицируется вниз по склону при увеличении крутизны, на вогнутых – напротив, ослабевает вниз по склону из-за уменьшения крутизны и уменьшения скорости потоков талых и ливневых вод. На продольно-прямых склонах процессы эрозии интенсивнее к их основаниям, наибольший смыв возникает от середины склона. На продольно-выпуклых склонах водная эрозия чаще проявляется в их нижней части, как наибольшее по наклону изменение рельефа. На продольно-вогнутых склонах процессы эрозии чаще происходят на их верхней части и уменьшаются внизу.

На водный режим оказывает влияние экспозиция склона (положение по отношению к сторонам света). Водная эрозия на южных и западных склонах идет активнее, чем на склонах прочих экспозиций при их прочих равных крутизне, потому что на южных и юго-западных склонах снег сильнее прогревается и быстрее тает [11].

2. Свойства почвы

Прочность почвы к эрозии определяется ее гранулометрическим составом. Глинистые минералы (слюды, гидрослюды, монтмориллонит) увеличивают связанность частиц и, таким образом, уменьшают эродируемость. Песчаные грунты с крупным гранулометрическим составом обычно имеют большую водопроницаемость и соответственно меньшую эродируемость, в то время как тяжелые глинистые почвы с высоким содержанием ила могут иметь низкую водопроницаемость и, соответственно, повышенную эродируемость. При содержании ила (физической глины) более 20% фильтрационная способность почвы резко падает, увеличивается поверхностный сток и усиливается эрозия в весенний период снеготаяния и после обильных дождей. Не последнюю роль в противоэрозионной стойкости почвы играет структурное состояние. Хорошая комковатая структура препятствует размыву и увеличивает водопроницаемость. Обладание почвой микроагрегированной (то есть водопрочной) микроструктурой, что бывает, когда почвенные коллоиды скоагулированы, характерно для высокой слабой pH, для гумуса и для некоторых минералов. Если структура

деградирована (например, при переувлажнении или несоответствующей обработке), это снижает противоэрозионную стойкость.

Водопроницаемость – важнейший из важнейших параметров. Низкая водопроницаемость приводит к тяжелейшим последствиям: усилению эрозии, увеличению поверхностного стока. Она определяет состав частиц, состояние структуры, содержания гумуса, плотность почвы и массу других факторов. Например, в мерзлой или слегка мерзлой почве талая вода почти не впитывается, и это создает условия для эрозии при таянии снега [2].

3. Климатические условия

Интенсивность осадков напрямую коррелирует с величиной эрозии. Ливни с большой интенсивностью (0,05 мм/мин. и выше) создают мощные потоки воды, размывающее почву. Крупные капли дождя обладают энергией, которая при ударе о поверхность разрывает структурные агрегаты и разбрасывает почву. При интенсивности дождя 0,5 мм/мин сток составил 19%, а смыв – 0,75 т/га, а при интенсивности 2 мм/мин – 61% и 34,9 т/га соответственно.

Важны также интенсивность и продолжительность снеготаяния. Эрозия при снеготаянии, зависит от запаса воды в снеге, глубины промерзания, скорости оттаивания и инфильтрационной способности мерзлой почвы. Быстрое таяние снега на солнечных, юго-восточных и юго-западных склонах усиливает эрозию. А если почва мерзлая или слабо мерзлая и практически не впитывает талую воду, а значительная площадь склоновых земель не имеет растительности, то это еще и создает идеальные условия для эрозии.

Температура влияет на степень промерзания и скорость оттаивания грунтов, что почти непосредственно определяет также и интенсивность их талого стока [14].

Неуместное водоснабжение (например, чрезмерный прилив влаги на склонах с низкой водопроницаемостью или неконтролируемое поливом) усугубляют природные факторы риска. К примеру, на крутых склонах с тяжелым гранулометрическим составом и низкой водопроницаемостью даже умеренный полив может привести к образованию поверхностной струйки и эрозии. В условиях интенсивного выпадения снега или дождя риск возрастает в разы, особенно если почва уже ослаблена антропогенными воздействиями (например, неправильной обработкой или отсутствием растительности) [3].

Антропогенные причины усиления эрозии при неправильном водоснабжении в земледелии - ошибки проектирования оросительных систем, превышение норм полива, вспашка вдоль скатов и отсутствие противоэрозионных приемов с точки зрения естественной физически химической микробиологической и другой экологии. Эти факторы нарушают естественный порядок и ускоряют разрушение почвы.

Ошибки проектирования могут проявляться в виде:

1. Игнорирования рельефа и почвенных свойств. Чрезмерно крутые, имеющие угол более 0.020 (2°) склоны без учета их устойчивости к эрозии, при орошении подвержены ирригационной эрозии. Не адаптированная по гранулометрическому составу, водопроницаемости и структурному состоянию почвы система орошения лишь активизирует смыв.

2. Неправильного выбора способа орошения. Для склонов и почв с низкой водопроницаемостью часто применяются методы поверхностного полива (по бороздам, напуском). Это приводит к образованию поверхностного стока и, как следствие, эрозии в силу повышенной водоотросительности этих методов. Дождевание без учета интенсивности осадков и впитывающей способности почвы также неуместно и приводит к эрозии.

3. Отсутствия необходимых регулирующих сооружений или их недостаточности. Например, отсутствие водозадерживающих валов, борозд или других элементов, которые способны замедлять поток воды и равномерно распределять его по площади.

4. Отсутствие учета климатических условий. Например, проектирование систем без учета интенсивности осадков, частоты ливней и особенностей снеготаяния в регионе.

5. Превышения норм полива

6. Полив с интенсивностью превышающей впитываемость почвы приводит к образованию поверхностного стока и смыву почвы. Например, так происходит в случае: несоблюдения эрозионно-допустимых норм полива.

7. Превышение достоковой поливной нормы (mд), принимающей во внимание показатель безнапорного впитывания воды (Kv), интенсивность дождя и ряд других параметров, приводит к эрозии по определению.

8. Аварийные остановки или сбои в функционировании дождевальных машин. Например, если во время остановки: тележка начала проскальзывать или не отключилась от питающей сети, это ничего не мешая приводит к переполиву и, следовательно, эрозии.

9. Неправильный режим движения дождевальных машин. Если скорость движения не согласована с нормой полива, это ведет к переполиву и оттоку влаги из зоны полива.

10. Вспашка вдоль склонов [7].

Обработка почвы по направлению к склону ускоряет эрозию за счет:

- Увеличения скорости стока воды. На бороздах вода выделяется ористно, размывая почву.
- Ухудшения структуры почвы. Многократные проходы тяжелой техники уплотняют пух, уменьшая его водопроницаемость.
- Перемещения плодородного слоя. При ежегодной вспашке в одно и тоже направление, почва беззащитно сдвигается вниз по склону, что может привести к оголению подстилающих пород на верхней части склона [14].

И наоборот: вспашка поперек склона или по горизонталям (контурная обработка) – задерживает воду и снижает эрозию.

- Отсутствие противоэрозионных приемов.

К нарастанию эрозии способствует игнорирование следующих мер:

1. Агротехнических. Например, отсутствие, почвозащитных севооборотов с включением многолетних трав, яровых и озимых культур, которые гораздо лучше защищают почву, чем пропашные. Также игнорирование таких приемов как перекрестный или узкорядный посев. Данные приемы служат для снижения стока воды и смыва почвы.

2. Мелиоративных. Например, отсутствие лесных насаждений (полезащитные полосы, ленточные насаждения на склонах) которые перехватывают поверхностный сток, снижают скорость ветра и укрепляют почву корневой системой.

3. Инженерно-технических. Например, отсутствие сооружений по водорегулирующих (канав, валов, прерывистого бороздования), которые снижают скорость потока воды, распределяют сток, повышают инфильтрацию.

4. Контролем состояния системы. Отсутствие регулярного контроля и ремонта оросительных каналов, что приводит к засорению, протечкам и неравномерному распределению воды [4].

Также к усилению эрозии могут привести:

- Неправильные удобрения и пестициды. Их избыток или неравномерность агрегатного состояния могут усугублять структуру почвы и снижать ее устойчивость к эрозии.
- Отсутствие контроля и изменения технологий в зависимости от изменений внешних условий. Например, изменения климата, состояния почвы и растительности.
- Экономические и управленческие ошибки, такие как затея с максимизацией урожайности без учета долгосрочных последствий для почвы [8].

Что касается эрозионных процессов вызванные неправильным водоснабжением в сельском хозяйстве, то их последствия как для агропромышленного производства, так и для экологии весьма серьезны.

Последствия для агропромышленного производства:

1. Потеря плодородного слоя почвы. Верхний слой почвы содержит подавляющее число гумуса, органических веществ, минералов и микроэлементов, необходимых для роста

растений. При эрозии этот слой снесен или выносится, что ведет к снижению плодородия земель.

2. Снижение урожайности. Потеря плодородного слоя напрямую влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Исследования показывают, что слабосмытые почвы недодают до 10-30% урожая, среднесмытые – 30-50%, сильносмытые – 50-70%. На пастбищах эрозия снижает урожай сена в 2-3 раза. В некоторых областях недобор урожая на пашне по это причине достигает 36%, в других угодьях – до 47%.

3. Ухудшение структуры почвы. Эрозия разрушает структуру почвы, делает ее более плотной и менее способной удерживать влагу, что создает неблагоприятные условия для корневой системы растений и ограничивает доступ к воде и питательным веществам.

4. Потеря почвенной влаги. Вследствие ухудшения водоудерживающей способности почвы влага уходит быстрее, что увеличивает риск засухи и ухудшает условия для сельского хозяйства.

5. Увеличение издержек на восстановление. Фермерам приходится тратиться больше на удобрения, орошение и другие агрономические мероприятия, чтобы компенсировать убытки, вызванные эрозией. Это затем повышает издержки на производство.

6. Уязвимость растений к корневым гнилям и засоренность. Смыв плодородного слоя делает растения подверженными болезням, а поля более засоренными [2, 8].

Последствия для экологии:

1. Загрязнение водоемов. Эрозионные материалы (земля, агрохимикаты, прочие загрязняющие вещества) попадают в реки, озера и пруды. В результате наблюдается заиливание водоемов, ухудшение качества воды, эвтрофикация (из-за входящих в её состав азота и фосфора) и нарушение условий обитания водных организмов. Миграция загрязняющих веществ может включать, в том числе, тяжелые металлы, пестициды и другие химические соединения.

2. Деградация ландшафтов. Эрозия нарушает структуру ландшафта, тем самым снижая его устойчивость к негативным воздействиям. Она помогает формированию промоин, оврагов, балок и прочих эрозионных форм рельефа. Это может привести к опустыниванию и изменению климатических условий в регионе.

3. Утрата биоразнообразия. Разрушение почвенного покрова ограничивает возможности восстановления растительности, что ведет к снижению естественного местообитания для растений и животных. Некоторые редкие виды могут окончательно исчезнуть.

4. Выбросы углерода. В почве находятся углекислый газ, органические вещества, а также недостающие микробы. Эрозией подрывается и без того ослабленная почва, выбрасывающая углерод обратно в атмосферу, подрывающая и без того хромающий вулкан, подрывающая и без того хромающая ветер в миг подхватываемой пыли, подрывающая и без того тонкая и рыхлая почвы, которая опять же задаст вопрос: за чей счет пьет?

5. Оползни и наводнения. Эрозия может способствовать развитию оползней и затоплению русел рек - приводит к затоплению русел рек.

6. Увеличение пылевых бурь. Если эрозия идет параллельно с ветровой дефляцией, она может привести к увеличению пылевых бурь и загрязнению атмосферы [12].

Дополнительные социально-экономические последствия:

- Эрозия подтачивает основы земельного сельского производства в аграрных регионах, снижает доходы фермеров и подрывает их надежды на продовольственный десант.
- Увеличение оврагов и оползней грозит инфраструктуре, жилым зданиям и промышленности.
- Зачастую расходы на восстановление пострадавших линий у сопредельных регионов превышает возможности бюджета, и бюджеты местных республик.

Уменьшить эрозию в результате стихийного водоснабжения в сельском хозяйстве позволят несколько простых приемов, позволяющие не только снизить смыв почвы, но и сохранить ее плодородие и управляемость водными ресурсами. Сюда могут быть отнесены

капельное и дождевальное орошение, контурная обработка, террасирование, мульчирование и так далее.

1. Капельное орошение – локальное увлажнение почвы микроводовыпусков или поливными капельницами. Вода подается с "кора" к корням растений мелкими порциями, что позволяет избежать формированию поверхностного стока и закладке эрозии. Преимущества этого метода:

- Сбережение воды. Внимательное обращение с ресурсом, понижение рисков переувлажнения.
- Распределение поливной нагрузки. Умение формировать объёмы под нужды культуры и особенности почвы.
- Уменьшение эрозии. Устойчивое механическое воздействие влаги на почву, особенно на склонах и эрозионно-опасных участках [6].

2. Орошение дождем

Дождевая система орошения создаёт искусственный дождь с помощью специальных машин. При грамотном использовании данный метод может снижать эрозию по сравнению с поливом с поверхности, однако требует учёта ряда факторов:

- Интенсивность дождя. Необходимо подбирать параметры, соответствующие впитывающей способности почвы, во избежание переувлажнения и стока.
- Качество воды. Мутность и крупность наносов в оросительной воде могут забивать дождевальные аппараты, тем самым снижая эффективность системы.
- Тип почвы. На почвах с низкой водопроницаемостью дождевальное орошение может провоцировать эрозию, если не контролировать его интенсивность [7].

3. Контурная обработка – под этим методом подразумевается обработка почвы, посев и уход за посевами поперёк уклона или по горизонталям. Метод направлен на регулирование поверхностного потока талых и ливневых вод. Достоинства:

- Увеличивает количество времени, в течение которого участок почвы может впитывать влагу, что снижает поверхностный сток.
- Предотвращает смывание почвы, увеличивает запас влаги в почве.
- Увеличение урожайности на 5-20% в силу более равномерного дождевого распределения влаги.
- При контурной обработке важно правильно направить отваливание пласта, дабы избежать смещения почвы на верхней части склона [10].

4. Террасирование – это процесс превращения склона в ступенчатую структуру, состоящую из горизонтальных площадок, иначе называемых террасами, которые прерывают водосток и способствуют его испарению. Существуют несколько видов террас, а именно: гребневые, ступенчатые, траншейные, террасы-канавы. Конкретный вид террас зависит от размеров уклона, глубины плодородного слоя земли и целевого назначения. Преимущества:

- Скорость водотока снижается, что исключает размыв почвы.
- На террасах можно возделывать различные культуры, что повышает эффективность использования земли.
- Террасы можно комбинировать с посадкой деревьев в качестве защиты [2].

5. Мульчирование – это процесс покрытия земли самыми различными материалами (торфом, соломой, компостом, опилками и т.д.) для защиты от эрозии, для экономии влаги и улучшения структуру земли. Преимущества:

- Защита поверхности земли от повреждений дождевыми каплями и ветром.
- Сохранение комочков земли от разрушения и поддержания верхнего слоя в рыхлом состоянии.
- Обогащение земли органическими веществами в результате разложения мульчи.
- Подавление роста сорняков и создание благоприятного микроклимата для полезных микробов в толще почвы [1].

6. Восстановление растительного покрова

Создание плотного слоя растительности – это наиболее эффективный способ защиты земли от ее размыва. Методы:

- Посев многолетних трав (клевер, люцерна, овсяница и пр.). Эти травы образуют плотную дернину, которая не позволяет смывать верхний слой земли.
- Использование зеленых удобрений (горчица, фацелия, люпин). Эти растения обогащают землю органикой и защищают ее корневой системой.
- Посадка деревьев и кустарников с глубокой корневой системой (ива, облепиха, акация). Такие растения способствуют стабилизации почвы и уменьшению поверхностного стока.
- Создание буферных полос – полосы из защищённых посевов поперёк склона. Они уменьшают скорость стока воды и задерживают сносимые частицы почвы [7].

Реализация всех мер позволит не только снизить риск эрозионных процессов, но и повысить продуктивность сельскохозяйственных угодий, экологический баланс территорий, обеспечит долгосрочную продовольственную безопасность.

Таким образом, грамотно управляя водными ресурсами в сельском хозяйстве, мы можем сохранить плодородие почв и обеспечить устойчивое развитие аграрного сектора в условиях растущей климатической и антропогенной угроз.

Литература

1. Копысов, И. Я. Рекультивация закустаренных залежных земель / И. Я. Копысов, А. В. Тюлькин, А. В. Тюлькина // Почвы и их эффективное использование : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров, 29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 109-115.
2. Медведева, Е. Н. Сравнение способов скарификации семян многолетних бобовых культур / Е. Н. Медведева, А. В. Тюлькин // Почвы и их эффективное использование : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров, 29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 121-124.
3. Тюлькин, А. В. Составление травосмеси для проведения работ по биологическому этапу рекультивации / А. В. Тюлькин // Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения профессора Александра Филипповича Тимофеева, Киров, 28–29 ноября 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 167-171.
4. Тюлькин, А. В. Формы использования специальных знаний в системе правосудия / А. В. Тюлькин // Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения профессора Александра Филипповича Тимофеева, Киров, 28–29 ноября 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 172-175.
5. Медведева, Е. Н. Кадастровые работы при предоставлении земельных участков для добычи полезных ископаемых в Кировской области / Е. Н. Медведева, А. В. Тюлькин // Почвы и их эффективное использование : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров, 29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 19-21.
6. Медведева, Е. Н. Механизм предоставления права пользования участками недр на базе Кировской области / Е. Н. Медведева, А. В. Тюлькин // Почвы и их эффективное использование : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров,

29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 21-23.

7. Тюлькин, А. В. Сравнительная оценка плодородия дерново-подзолистых и светло-серых лесных почв Лебяжского района Кировской области / А. В. Тюлькин // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии, инновации : Материалы Международной конференции. В 3-х частях, Пермь, 11–15 ноября 2024 года. – Пермь : ИПЦ Прокростъ, 2024. – С. 293-301.

8. Дерново-псаммокарбонатные почвы Верхневетлужской низменности / А. М. Прокашев, Б. А. Ананченко, А. В. Тюлькин [и др.] // Почвы и их эффективное использование : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров, 29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 35-40.

9. Калайджян, Д. Г. Сравнительная оценка фотограмметрического и картометрического метода определения координат / Д. Г. Калайджян, А. В. Тюлькин, И. В. Каткова // Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения профессора Александра Филипповича Тимофеева, Киров, 28–29 ноября 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 67-70.

10. Копысов, И. Я. Агроэкологическая типизация закустаренных залежных земель для их рекультивации в условиях Вятских Увалов / И. Я. Копысов, А. В. Тюлькин, А. В. Тюлькина // Проблемы плодородия почв в современном земледелии : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию освоения целинных и залежных земель, Красноярск, 24–28 июня 2024 года. – Красноярск : Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук", 2024. – С. 69-72.

11. Габова, К. Ю. Эффективность применения минеральных удобрений, содержащих микроэлементы на яровом ячмене / К. Ю. Габова, А. В. Тюлькин // Почвы и их эффективное использование : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров, 29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 79-82.

12. Тюлькин, А. В. Устойчивость и изменчивость морфологических признаков дерново-подзолистых почв к длительному воздействию дренажа / А. В. Тюлькин // Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 75-летию со дня образования агрономического факультета ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, Киров, 12 декабря 2019 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2019. – С. 418-420.

13. Басманова, Е. С. Биологическая активность дерново-подзолистых почв в южно-таежной подзоне / Е. С. Басманова, А. В. Тюлькин // Современному АПК - эффективные технологии : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой, Ижевск, 11–14 декабря 2018 года. – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 48-49.

14. Копысов, И. Я. Изменение растительного покрова светло-серых лесных почв под влиянием разновозрастной залежи / И. Я. Копысов, А. В. Тюлькина, А. В. Тюлькин // Современному АПК - эффективные технологии : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника

высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой, Ижевск, 11–14 декабря 2018 года. – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – Том 3. – С. 118-121.

15. Регрессионный анализ кислотности светло-серых залежных почв / П. Я. Кантор, М. Н. Втюрина, А. В. Тюлькин, А. В. Тюлькина // Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения профессора Александра Филипповича Тимофеева, Киров, 26–27 февраля 2019 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – Часть 2. – С. 104-108.

УДК 619 : 614.3 : 637.2

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНО-СЛИВОЧНОГО СПРЕДА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ: ДАННЫЕ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Кирчалова В. В. – аспирант 1 года обучения
Научный руководитель – Ивкова И. А., д-р техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО Омский ГАУ, г. Омск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты ветеринарно-санитарного контроля растительно-сливочных спредов в условиях длительного хранения. Актуальность темы обусловлена широким распространением комбинированных жировых продуктов на потребительском рынке и необходимостью строгого контроля их безопасности. На основе анализа нормативной документации Технического регламента Таможенного союза и экспериментальных данных научных исследований показано, что соблюдение температурных режимов и барьерных технологий позволяет сохранять стабильность жировой фазы и микробиологическую чистоту продукта в течение установленных сроков годности (до 24 месяцев в замороженном состоянии). Особое внимание уделяется контролю показателей окислительной порчи (перекисное и кислотное число), отсутствию патогенной микрофлоры и соответствию требованиям по содержанию токсичных элементов и трансизомеров жирных кислот.

Ключевые слова: растительно-сливочный спред, ветеринарно-санитарная экспертиза, длительное хранение, безопасность пищевых продуктов, показатели окислительной порчи, микробиологический контроль, технический регламент, трансизомеры жирных кислот

Введение. В современной структуре питания комбинированные жировые продукты, включая растительно-сливочные спреды, занимают значительную долю рынка. Их популярность обусловлена сбалансированным жирнокислотным составом, возможностью обогащения функциональными ингредиентами и более доступной ценой по сравнению с традиционным сливочным маслом [2, 3]. Однако сложный химический состав, включающий как молочный жир, так и растительные масла, богатые ненасыщенными жирными кислотами, делает эти продукты уязвимыми к процессам окислительной порчи, особенно в условиях длительного хранения.

Актуальность проблемы обеспечения длительной сохранности спредов обусловлена несколькими факторами: необходимостью создания стратегических запасов продовольствия, потребностями логистики в отдалённые регионы, а также запросом на продукты с пролонгированными сроками годности для туризма и экспедиций. В этой связи особую значимость приобретают данные ветеринарно-санитарной экспертизы, позволяющие объективно оценивать безопасность и качество продукции на всём протяжении установленного срока хранения.

Целью данного обзора является анализ факторов, обеспечивающих сохранность растительно-сливочных спредов при длительном хранении, и обобщение подходов к ветеринарно-санитарному контролю таких продуктов на примере сухого спреда с дигидрокверцетином, подтвердившего свою безопасность в течение 19 месяцев.

Основные факторы, лимитирующие сроки хранения спредов

Сроки годности жировых продуктов определяются скоростью протекания двух основных групп процессов: химических (гидролиз и окисление липидов) и микробиологических.

Окислительная порча является главной причиной утраты качества. Ненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав растительных масел, легко вступают в реакцию с кислородом воздуха. Накопление первичных (гидроперекиси) и вторичных (альдегиды, кетоны) продуктов окисления ведёт к появлению прогорклого вкуса и запаха, изменению цвета, а в конечном итоге – к образованию потенциально опасных соединений [1, 6]. Контроль перекисного и кислотного чисел жировой фазы является обязательным элементом ветеринарно-санитарной экспертизы на протяжении всего хранения.

Микробиологическая порча в спредах с нормальной влажностью может быть вызвана плесневыми грибами, дрожжами, а при нарушении температурного режима – и бактериями. Для продуктов с низкой влажностью (сухие спреды) этот риск существенно снижается, так как вода необходима для жизнедеятельности микроорганизмов [3].

Изменения структуры и консистенции (слёживание порошка, комкование) также могут ограничивать сроки хранения сухих форм, что требует применения специальных добавок и влагонепроницаемой упаковки.

Технологические приёмы обеспечения длительной сохранности

Анализ современных исследований и практического опыта позволяет выделить несколько ключевых направлений повышения стабильности спредов при хранении.

Перевод продукта в сухую форму

Удаление свободной влаги (до уровня 2-4%) является одним из самых эффективных способов консервации. В сухих спредах резко замедляются гидролитические процессы и подавляется развитие микрофлоры. Исследования показывают, что сублимированные и распылительные сухие спреды могут сохранять качество в течение нескольких лет при соблюдении герметичности упаковки [3].

Применение природных антиоксидантов

Традиционные синтетические антиоксиданты (бутилгидроксианизол, бутилгидрокситолуол) в последние годы уступают место природным соединениям. Дигидрокверцетин (ДГК) – биофлавоноид из древесины лиственницы – признан одним из наиболее эффективных и безопасных антиоксидантов для жировых продуктов [4, 6]. Его механизм действия основан на связывании свободных радикалов и обрыве цепей окисления. Добавление ДГК в состав спреда позволяет значительно замедлить рост перекисного числа даже при длительном хранении, сохраняя органолептические свойства продукта.

Качество исходного сырья и упаковка

Использование пастеризованных сливок и высококачественных заменителей молочного жира, таких как «Эколакт», с минимальным исходным содержанием продуктов окисления и трансизомеров является необходимым условием [2, 7]. Современные заменители проектируются таким образом, чтобы их жирнокислотный состав был максимально устойчив к окислению. Герметичная упаковка из материалов с высокими барьерными свойствами (фольга, металлизированные плёнки) защищает продукт от доступа кислорода, света и паров воды.

Роль ветеринарно-санитарной экспертизы в подтверждении безопасности

Ветеринарно-санитарная экспертиза является ключевым инструментом подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов (ТР ТС 021/2011, ТР ТС 024/2011, ТР ТС 033/2013) [8, 9, 10]. Применительно к спредам длительного хранения экспертиза должна решать следующие задачи:

1. Оценка исходного качества сырья – входной контроль на наличие токсичных элементов, антибиотиков, микотоксинов, радионуклидов.

2. Контроль закладки антиоксиданта – подтверждение наличия ДГК в заявленной концентрации.

3. Мониторинг в процессе хранения – периодическая оценка органолептических свойств, физико-химических показателей (кислотное и перекисное числа жира, массовая доля трансизомеров) и микробиологической чистоты.

Примером успешного применения данных подходов может служить сухой растительно-сливочный спред, произведённый в июне 2024 года из пастеризованных сливок и заменителя молочного жира «Эколакт» с добавлением дигидрокверцетина. Проведённая в январе 2026 года (через 19 месяцев хранения) ветеринарно-санитарная экспертиза подтвердила, что продукт полностью соответствует всем нормативам. Органолептические показатели остались без изменений, признаки окислительной порчи отсутствовали, микробиологические показатели находились на стабильно низком уровне, а содержание токсичных элементов не превышало допустимых значений. Ключевую роль в этом сыграло синергетическое действие низкой влажности и антиоксидантных свойств дигидрокверцетина.

Перспективы применения сухих спредов с антиоксидантами

Успешный опыт 19-месячного хранения открывает широкие перспективы для использования сухих растительно-сливочных спредов, обогащённых дигидрокверцетином:

- формирование резервных фондов продовольствия;
- обеспечение отдалённых и труднодоступных регионов (Крайний Север, Арктика, горные районы);
- использование в составе сухих пайков для армии, туристов, спасателей;
- применение в специализированном питании (при условии дополнительных исследований).

Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение поведения продукта при более длительных сроках (до 3-5 лет), а также при переменных температурах, имитирующих реальные условия транспортировки и хранения.

Заключение. Обобщая данные ветеринарно-санитарной экспертизы и анализ технологических решений, можно сделать вывод, что обеспечение длительной сохранности растительно-сливочных спредов достигается комплексом мер: переводом продукта в сухую форму, применением природных антиоксидантов (дигидрокверцетина), использованием качественного сырья и надёжной упаковки.

Практический пример сухого спреда, сохранявшего безопасность и качество в течение 19 месяцев, демонстрирует эффективность такого подхода и подтверждает соответствие продукции строгим требованиям технических регламентов. Это позволяет рассматривать сухие растительно-сливочные спреды как перспективный продукт для длительного хранения, способный решать задачи продовольственной безопасности и обеспечения специализированных групп населения.

Литература

1. ГОСТ 26593-85. Масла растительные метод определения перекисного числа : межгосударственный стандарт : издание официальное : дата введения 1986-01-01. – 5 с.

2. ГОСТ 34178-2017. Спреды и смеси топленые. Общие технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 29 с.

3. Ивкова, И. А. Разработка и определение показателей качества и безопасности сливочно-растительного спреда в сублимированной форме для специализированного питания / И. А. Ивкова, С. А. Коновалов, А. А. Екимова // Вестник ВГУИТ. – 2025. – № 1. – С. 110-114.

4. Кротова, И. В. Антиоксидантные свойства дигидрокверцетина и его применение в масложировой промышленности / И. В. Кротова, А. А. Ефремов // Вопросы питания. – 2020. – № 89, № 4. – С. 86-93.

5. Липатов, Н. Н. Комбинированные молочные продукты: научные основы и технологии / Н. Н. Липатов, Г. Ю. Сажинов, О. И. Башкиров. – Москва : ДеЛи принт, 2018. – 312 с.
6. Сарафанова, Л. А. Применение дигидрокверцетина в пищевых продуктах: обзор / Л. А. Сарафанова // Пищевая промышленность. – 2021. – № 7. – С. 32-35.
7. Терещук, Л. В. Жировые продукты функционального назначения: технологии и качество / Л. В. Терещук, К. Л. Терещук // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – № Т. 50, № 3. – С. 438-447.
8. ТР ТС 024/2011. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на масложировую продукцию» (с изменениями на 12 декабря 2023 года) : утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 883.
9. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 22 апреля 2024 года) : утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880.
10. ТР ТС 033/2013. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (с изменениями на 23 июня 2023 года) : утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 октября 2013 года № 67.

УДК 631.331.8

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОТРАВЛИВАТЕЛЕЙ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Корякин В. А. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Анализ серийно выпускаемых протравливателей показывает, что несмотря на широкий ассортимент машин, многие из них не в полной мере удовлетворяют современным агротехническим требованиям. Шнековые протравливатели характеризуются простотой конструкции и мобильностью, однако, отличаются высоким уровнем травмирования семян, неравномерностью покрытия и низкой производительностью. Камерные протравливатели обеспечивают более высокое качество обработки и точность дозирования, но имеют сложную конструкцию, ограниченную производительность и повышенное механическое воздействие на семенной материал.

Ключевые слова: протравливатель, защита растений, конструкция, семена

Особый интерес представляют протравливатели барабанного типа, которые обладают высокой производительностью, универсальностью и минимальным уровнем травмирования семян. Вместе с тем основным их недостатком остается недостаточная равномерность распределения препарата по поверхности семян, обусловленная особенностями движения зернового слоя внутри барабана и недостаточной интенсивностью перемешивания.

В этой связи актуальной является задача поиска и обоснования конструктивно-технологических решений, направленных на повышение эффективности процесса перемешивания семян в барабанных протравливателях, с учетом физико-механических свойств семян, коэффициентов трения и изменения влажности в процессе обработки.

Материалы и методы. В данной работе проведен обзор существующих методов анализ существующих конструкций протравливателей семян, выявление их технологических и эксплуатационных недостатков, а также обоснование перспективных направлений модернизации протравливателей барабанного типа для повышения равномерности нанесения препаратов и снижения травмирования семян.

Результаты и обсуждение. Анализ серийно выпускаемых протравливателей показывает, что несмотря на широкий ассортимент машин, многие из них не в полной мере удовлетворяют

современным агротехническим требованиям. Шнековые протравливатели характеризуются простотой конструкции и мобильностью, однако отличаются высоким уровнем травмирования семян, неравномерностью покрытия и низкой производительностью. Камерные протравливатели обеспечивают более высокое качество обработки и точность дозирования, но имеют сложную конструкцию, ограниченную производительность и повышенное механическое воздействие на семенной материал.

Особый интерес представляют протравливатели барабанного типа, которые обладают высокой производительностью, универсальностью и минимальным уровнем травмирования семян. Вместе с тем основным их недостатком остается недостаточная равномерность распределения препарата по поверхности семян, обусловленная особенностями движения зернового слоя внутри барабана и недостаточной интенсивностью перемешивания.

Заключение. Проведенный анализ показал, что среди существующих типов протравливателей семян наиболее перспективными для дальнейшего совершенствования являются протравливатели барабанного типа. Они обладают высокой производительностью, универсальностью и минимальным уровнем травмирования семян. Вместе с тем недостаточная равномерность покрытия поверхности семян требует разработки и обоснования новых конструктивно-технологических решений

Задача по обработке семян перед посевом является важнейшей из агротехнических мероприятий. Качественная обработка позволяет повысить полевую всхожесть, укрепляет сопротивляемость растений болезням, а также прямо влияет на формирование высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. Протравливание семян позволяет обеспечить защиту растений на ранних этапах онтогенеза и снизить потребность в последующих химических обработках посевов.

Эффективность протравливания во многом определяется конструкцией и технологическими параметрами применяемых машин. Современные протравливатели должны обеспечивать равномерное нанесение препарата, точность дозирования, минимальное травмирование семян, высокую производительность и универсальность по видам обрабатываемых культур. В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства и ужесточения требований к экологической безопасности возрастает необходимость совершенствования существующих технических средств предпосевной обработки семян.

С технологической точки зрения, основным отличием устройств для протравливания семян является способ нанесения протравителя на поверхность семян и особенности конструктивных решений для его осуществления. Технологический процесс обработки зерна защитно- стимулирующими препаратами в устройствах для протравливания семян зависит от их конструктивных особенностей, выражающихся в принципиальных отличиях контактного взаимодействия препаратов с семенами и способах нанесения того или иного препарата на поверхность семян. Общая классификация протравливателей по конструктивным признакам можно представить в виде следующего рисунка 1.



Рисунок 1 – Классификация протравливателей

Современный рынок предлагает разнообразные устройства для предпосадочной обработки семян, различающиеся конструктивными особенностями и принципами функционирования. Среди наиболее распространенных типов выделяются механизмы шнековые, барабанные и камерные. Разнообразие применяемых методик и разнообразие обрабатываемых семенных материалов требуют выделения четких критериев классификации оборудования для протравливания семян. Можно рассмотреть следующую систематизацию таких агрегатов исходя из основных признаков:

По характеру размещения оборудования выделяют мобильные установки, навешиваемые на технику агрегаты и стационарные комплексы.

Классификация по применяемым технологиям обработки включает разные подходы к нанесению защитных препаратов.

Исходя из особенностей технологического процесса, оборудование подразделяется на аппараты, работающие периодически (порционно), непрерывно и универсальные модели, совмещающие оба режима.

Важным критерием служит тип привода рабочих элементов устройства: ручной, электрический либо механический от двигателя внутреннего сгорания.

Наконец, основное подразделение осуществляется согласно конструкции главного исполнительного элемента механизма, выделяя машины с рабочим органом в форме барабана, камеры или шнека.

Рассматривая классификацию серийно-выпускаемых протравливателей видно, что основное деление происходит по виду рабочего органа. Серийно выпускаемые устройства для протравливания семян зерновых культур в Российской Федерации представлены как отечественными, так и зарубежными производителями. В таблице 1 представлены наиболее распространенные протравливатели, использующиеся в хозяйствах РФ.

Таблица 1 – Технические характеристики протравливателей

Марка, модель	Производительность, т/ч	Тип	Режим работы	Масса, кг	Габариты, м	Мощность, кВт
ПС-10АМ (Россия)	22	камерный	Порционный	800	5,8×2,09×3	5,6
ПНШ-3 (Россия)	3	шнековый	поточный	100	1,8×0,67×1	0,37
Клен ПСБ-10 (Украина)	10	барабанный	поточный	400	2,7×1,1×2	-
ПСМ-25 (Россия)	20	камерный	порционный	850	5,1×4,12×2,012	6,6
ПС-5 (Россия)	5	шнековый	поточный	-	6,5×5,4×3,5	-
Petkus CT10 (Германия)	5-10	камерный	порционный	0,2-0,8	2,03×1,8×0,84	2,62
Petkus CT25 (Германия)	До 25	камерный	порционный	0,2-0,8	2,03×2,02×0,76	2,62
Cimbria CC150 (Германия)	15-18	камерный	порционный	0,5	-	-
Cimbria CC250 (Германия)	20-50	камерный	порционный	0,5-0,75	-	-
Cimbria CC20 (Германия)	3-4,5	камерный	порционный	0,3	-	-
Bayer RH800 и RH2000 (Германия)	5-62	барабанный	поточный	-	2,9 (3,64)×3,01 (3,1)×1,18 (1,27)	-
Dorez TD53 (Франция)	15-20	барабанный	поточный	-	2,45×5,9	3, 5

Применение шнековых протравливателей преимущественно характерно для небольших сельскохозяйственных предприятий с ограниченными объемами посевных площадей [3, 4]. Наибольшее распространение среди отечественных производителей приобрели мобильные установки моделей ПС-10А и ПСШ-5 российского изготовления (см. рисунок 2). Наряду с серийными изделиями существуют также образцы самодельного исполнения либо единичные прототипы, созданные в порядке эксперимента. Несмотря на ряд недостатков, в научных источниках зафиксированы публикации, посвящённые модернизации конструкций шнековых машин [2].

Достоинствами устройств подобного класса являются простота конструктивного решения, удобство эксплуатации, доступная цена. Принцип обработки заключается в равномерном распределении химических препаратов посредством вращения винта и одновременного перемещения зерновых частиц вдоль оси и поперек неё, обеспечивая продолжительность смешивания около трёх минут и последующее поступление обработанного материала в упаковку или контейнер.

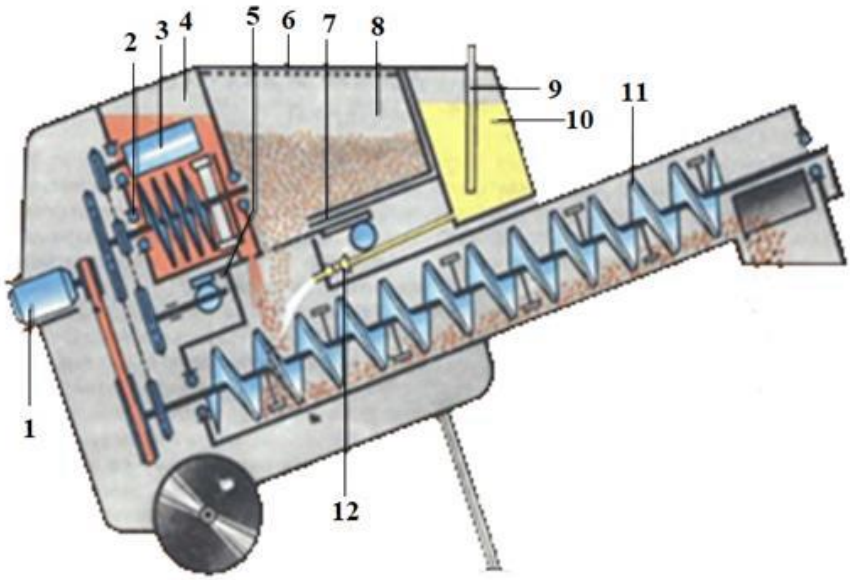


Рисунок 2 – Протравливатель семян шнекового типа ПСШ-3: 1 – электродвигатель; 2 – питатель; 3 – ворошилка; 4 – бункер с препаратом; 5 – заслонка дозатора сухого препарата; 6 – сетка; 7 – заслонка дозатора семян; 8 – бункер с семенами; 9 – уравнительная трубка; 10 – резервуар с рабочей жидкостью; 11 – шнек; 12 – дозирующий кран.

На данный момент шнековые протравители активно теряют свою актуальность, в связи с рядом особенностей, вызванных их конструкцией. Так, например, семена в процессе обработки получают высокую степень повреждения, рабочая жидкость на поверхность семян ложиться неравномерно. Если сравнивать шнековый протравителя с другими типами машин, то с уверенностью можно сказать, что он отстает от них в производительности. Куда большей производительностью обладают агрегаты камерного типа (рисунок 2) , с чем и связана их большее количество в данном сегменте рынка. К типичным представителям этого семейства относятся- среди зарубежных моделей – Petkus CT-10 (Германия), Petkus CT-25 (Германия), Cimbria CC150 (Германия), Cimbria CC250 (Германия), ПС-20 (Украина), а среди отечественных моделей ПСМ-25 (Россия), ПС-10 (Россия), ПС-10А (Россия), и др. Данные устройства имеют камеру с расположенными в нем центробежными разбрасывателями и распылителями, подающие препарат в жидком виде и обрабатываемый посевной материал.

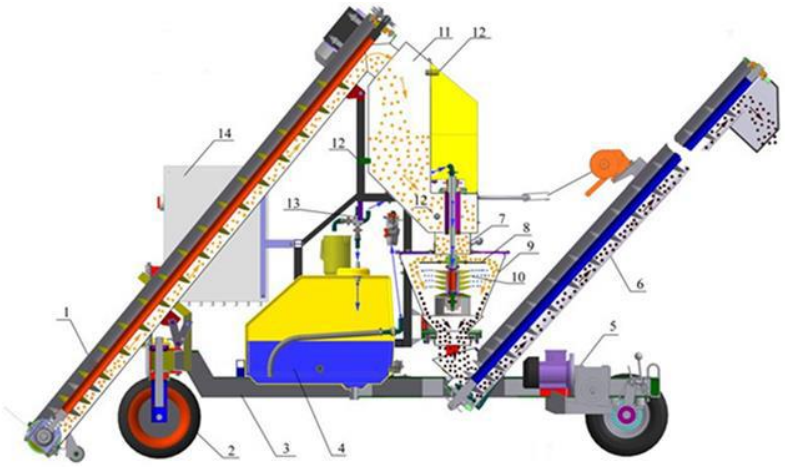


Рисунок 2 – Технологическая схема протравливателя ПС-20:
1 – шнек загрузочный; 2 – колеса; 3 – рама; 4 – бак с рабочей жидкостью; 5 – двигатель; 6 – шнек для выгрузки; 7 – дозатор семян; 8 – диск дозатора; 9 – камера протравливания; 10 – форсунка; 11 – бункер; 12 – датчик уровня семян; 13 – узел распределения жидкости; 14 – шкаф управления.

Устройство камерного типа позволяет распылять жидкий препарат (например, химическое средство защиты растений, удобрения или лекарственные растворы) с возможностью точной регулировки объема жидкости или суспензии, подаваемых за единицу времени или площади обработки.

Таким образом, оператор или автоматическая система управления могут точно контролировать количество используемого вещества, обеспечивая равномерное распределение материала и экономичное использование ресурсов.

Основные преимущества регулируемого расхода включают:

- Оптимизация дозировки: точное соблюдение рекомендаций производителя относительно концентрации и количества препаратов.
- Экономия материалов: предотвращение перерасхода дорогостоящих веществ примерно на 25-50 % [1]
- Экологическая безопасность: снижение риска загрязнения окружающей среды избыточными веществами.

Повышение эффективности: улучшение качества обработки поверхностей, посевов или объектов лечения.

Именно поэтому подобные системы широко применяются в сельском хозяйстве, так как позволяют достигать лучших результатов при минимальных затратах

Однако имеются и существенные минусы, присущие данным устройствам: повреждение семенного материала вследствие контакта с внутренними стенками камеры при быстром вращении дозирующего диска, риск утечки препарата за пределы зоны обработки, ограниченность ассортимента обрабатываемых культур и невысокая производительность.

Что касается протравливателей порционной загрузки, то основное достоинство состоит в следующем: первоначально в камеру поступает заданная доза семян, затем измеряется её масса и соответственно рассчитывается точное количество требуемого жидкого состава. Такой подход обеспечивает высокую точность нормирования и эффективное покрытие поверхности зерна при продолжительном пребывании в камере смешивания. (рисунок 3).

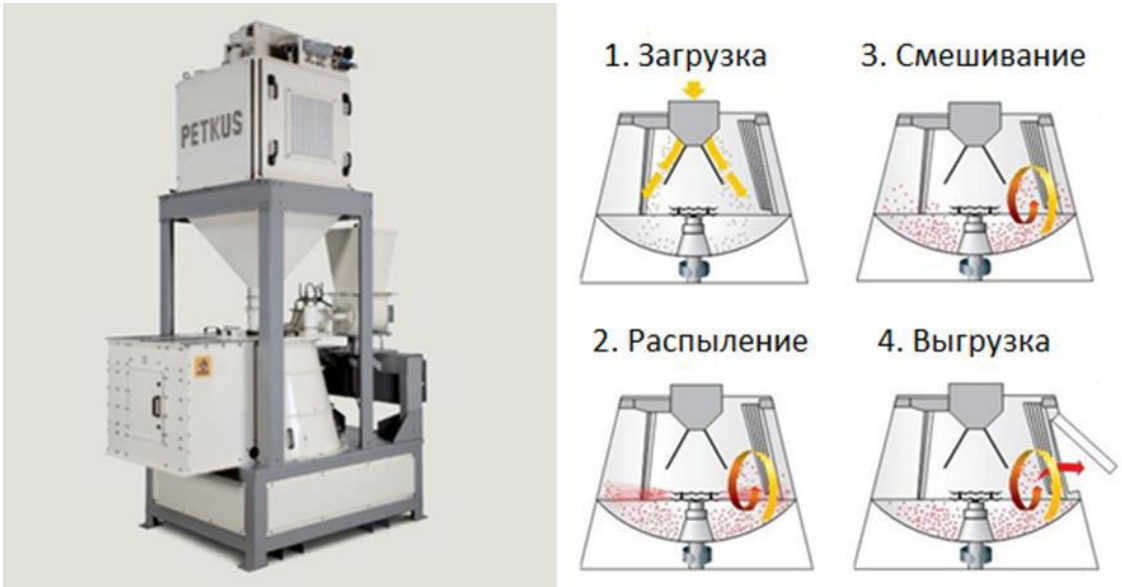


Рисунок 3 – Порционный протравливатель камерного типа Petkus CT-100

Данная система имеет недостаток. Вследствие того, что приходиться загружать и выгружать семенной материал при каждом цикле обработки - увеличивается время каждого цикла, а объем загружаемого материала не велик. К этому стоит добавить, что практически все прочее оборудование настроено на поточный принцип действия, поэтому затруднено их взаимодействие в системе друг с другом.

Но есть и еще один тип протравителей - барабанный. Он, безусловно, обладает рядом преимуществ, а именно:

- Бережная обработка семян. Технология бережного протравливания обеспечивает минимизацию повреждений семенного материала, сохраняя высокую степень всхожести растений.
- Широкий спектр применения. Протравливатели барабанного типа отличаются универсальностью и подходят для обработки широкого спектра сельскохозяйственных культур, включая зерновые, бобовые и масличные растения.
- Эффективность непрерывного процесса. Большие емкости для смешивания растворов обеспечивают постоянное перемешивание рабочего состава, позволяя проводить обработку непрерывно в течение длительного периода - до четырех часов без перерыва.
- Высококачественное нанесение препаратов. Оснащение оборудованием с двойной системой распыления способствует равномерному покрытию каждого отдельного зерна защитными средствами, обеспечивая максимальную эффективность обработки.
- Совместимость с различными видами препаратов. Данные устройства способны эффективно функционировать как с сухими, так и с жидкими формами защитных препаратов, расширяя возможности выбора аграриями оптимальных решений для защиты посевного материала.

У протравителей барабанного типа есть и недостатки. К ним можно отнести такие, как сложность точного дозирования препарата в зависимости от массы семян и неравномерность распределения препарата по поверхности семян.

Протравливатели барабанного типа (рисунок 4) имеют возможность использования при сухом или полусухом методе, дражировании, использовании в поточных и порционных линиях.

Принцип работы протравителя барабанного типа заключается в следующем:

Подготовка раствора: Перед началом работы готовится рабочий раствор протравливателя согласно инструкции производителя препарата. Раствор заливается в специальный резервуар, откуда насосом подается к распылительным форсункам.

Загрузка семян: Семена загружаются в барабан, представляющий собой цилиндр, установленный горизонтально или под небольшим углом наклона. Внутри барабана находятся специальные лопасти или ребра, обеспечивающие перемещение и перемешивание семян.

Распыление препарата: Во время вращения барабана семена перемещаются вверх и скатываются вниз, проходя зону распыла, где равномерно покрываются раствором протравливателя. Благодаря этому обеспечивается полное и равномерное покрытие каждой отдельной частицы.

Перемешивание и сушка: После нанесения препарата семена продолжают циркулировать в барабане, что позволяет препарату распределяться равномерно и высыхать естественным путем либо с помощью встроенной системы сушки.

Выгрузка готовых семян: По завершении процесса обработанные семена выгружаются из барабана и направляются на хранение или дальнейшую подготовку к посеву.

Такой метод обеспечивает качественную и эффективную обработку семян перед посадкой, защищая их от болезней и вредителей, улучшая всхожесть и жизнеспособность будущих растений.



Рисунок 4 – Протравливатель семян барабанного типа поточного действия Bayer CF35

К особенностям конструкции относятся то, что внутри барабана на некоторых моделях внедрены направляющие элементы, которые смещают зерновой слой во время протравливания. Они выполнены в виде лопастей для распределения твердого протравителя или рабочей жидкости [6]. Так же технические средства для протравливания семян включают конструкции с цилиндрическими барабанами, форма которых представляет собой тела вращения. Внутренняя сторона этих барабанов оснащена винтовыми канавками. Тем не менее, существенным минусом данных установок является то, что процесс смешивания семенного материала протекает преимущественно в одной плоскости, обусловленной вращением барабана. Это взаимодействие практически не учитывает влияние шероховатостей стенок и силы трения, возникающие между семенами и материалом барабана. Коэффициенты трения существенно различаются в зависимости от вида зерна и его текущего состояния, особенно уровня влажности, который значительно изменяется в ходе процедуры протравливания. Среди существующих машин для подготовки посевного материала особое внимание заслуживает модернизация конструкций барабанного типа. Несмотря на свою распространенность, подобные установки демонстрируют низкую эффективность распределения препарата по поверхности семян. Исследования динамики перемещения зерновой массы внутри барабана также остаются недостаточно проработанными. Анализируя доступные варианты оборудования, мы приходим к выводу, что наибольшего потенциала развития заслуживают именно аппараты барабанного типа. Вместе с тем, качество нанесения защитных составов у таких агрегатов уступает устройствам порционной подачи. Последние обеспечивают периодическое дозирование компонентов точно пропорционально количеству подаваемых семян, поддерживая стабильность процесса независимо от объема загрузки. Протравливатели барабанного типа функционируют непрерывно, совмещая транспортировку и перемешивание семян, что повышает общую производительность системы, однако снижает точность нанесения химикатов.

Основные преимущества и недостатки протравливателей различных типов показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Преимущества и недостатки протравливателей различных типов

№	Тип	Недостатки	Преимущества
1	Шнековые	1. Травмирование семян; 2. Низкая производительность; 3. Сложность обслуживания; 4. Невозможность обработки семян подсолнечника, кукурузы, бобовых культур; 5. Неравномерность покрытие поверхности семян	1. Мобильность 2. Простота конструкции
2	Камерные	1. Сложность обслуживания; 2. Низкая производительность; 3. Сложность конструкции для поточных линий; 4. Травмирование семян	1. Точность дозирования; 2. Качество протравливания; 3. Универсальность по обработке семян различных культур; 4. Качество покрытия поверхности семяен; 5. Универсальность способов обработки 6. Равномерное покрытие
3	Барабанные	1. Неравномерное покрытие поверхности семян	1. Универсальность по обработке семян различных культур; 2. Простота конструкций; 3. Высокая производительность; 4. Возможность использования в поточных и порционных линиях; 5. Отсутствие (низкое) травмирование; 6 Универсальность способов обработки.

Некачественное выполнение операций по обработке семян жидкими средствами защиты негативно сказывается на равномерности покрытия оболочек и увеличивает расход препарата сверх нормативных показателей. Современные модели протравливателей барабанного типа характеризуются сниженной эффективностью перемешивания зерна, что создает потребность в поиске путей улучшения процессов взаимодействия частиц внутри рабочей зоны. Наш анализ подтвердил, что наиболее многообещающими для дальнейшей оптимизации устройствами являются именно протравливатели барабанного типа. Эти агрегаты отличаются высоким уровнем производительности, способностью обрабатывать разные виды семян и минимально повреждать их структуру. Однако проблема низкого качества покрытия поверхностей семян вынуждает искать новые инженерно-технические решения, направленные на повышение эффективности технологии. Полученные нами выводы будут полезны при создании усовершенствованных моделей протравливателей, а также станут основой для выработки рекомендаций по правильному подбору и применению техники для качественной предпосевной обработки семян зерновых культур.

Литература

1. Ганеев, Р. В. Разработка и обоснование конструктивно-технологических параметров пневмо-механического инкрустатора-протравливателя семян : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ганеев Равиль Винерович. – Уфа, 2015. – 195 с.

2. Девятияров, В. В. Разработка и внедрение шнекового протравливателя семян / В. В. Девятияров, С. Ф. Сороченко // Ползуновский альманах. – 2017. – № 3-1. – С. 81-84.

3. Калашников, К. Я. Протравливание семян сельскохозяйственных культур / К. Я. Калашников. – Ленинград ; Москва : Сельхозиздат, 1961. – 83 с.

4. Камалетдинов, Р. Р. Системный анализ на основе объектно-ориентированной декомпозиции / Р. Р. Камалетдинов // Достижения науки – агропромышленному производству : материалы XLIX Международной научно-технической конференции. – Челябинск : Челябинская государственная агроинженерная академия, 2010. – Часть 2. – С. 89-92.

5. Особенности машин для обработки сельскохозяйственных культур биопрепаратами / Р. Р. Камалетдинов, Э. Р. Хасанов, Р. М. Хайруллин [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 6. – С. 2-3.

6. Камалетдинов, Р. Р. Исследование процесса протравливания корнеклубнеплодов с использованием методов имитационного моделирования / Р. Р. Камалетдинов, Э. Р. Хасанов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 11. – С. 5-7.

7. Летошнев, М. Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание : учебное пособие для вузов / М. Н. Летошнев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва ; Ленинград : Сельхозгиз, 1955. – 764 с.

УДК:619:616.1/636.084.52

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ НА ФУНКЦИЮ ПРЕДЖЕЛУДКОВ И МИКРОФЛОРУ РУБЦА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Красовская Е. Д. – магистрант факультета ветеринарной медицины
Научный руководитель – Богомольцева М. В., канд. ветеринар. наук, доцент
УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Аннотация. В работе представлены результаты изучения влияния пробиотической добавки «Тетрабиотик» на метаболические процессы в преджелудках крупного рогатого скота, свидетельствующие о наличии оптимального количества инфузорий и о многообразии их форм в рубце животных опытной группы к 14 дню применения пробиотической добавки, что указывает на положительное влияние на течение ферментативных процессов в рубце жвачных.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, желудочно-кишечные болезни, пробиотики, руминация, жвачка, простейшие

Ветеринарная медицина занимает важное место в системе агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Ее основной задачей является предупреждение и ликвидация болезней животных и обеспечение безопасности продуктов животноводства, а также совершенствование ветеринарной науки. Для эффективного решения, поставленных задач требуется внедрение новых, более эффективных методов и средств диагностики, лечения и профилактики заболеваний у животных, что должно быть подкреплено результатами научных исследований.

Среди болезней незаразной этиологии у коров немалый процент болезней приходится на группу заболеваний, возникающих по причине расстройства процессов пищеварения, что в последующем может приводить к нарушению обмена веществ, потере продуктивных качеств и даже гибели животных [4,7].

Современная зоотехническая и ветеринарная науки неопровержимо доказывают, что ключ к высокой рентабельности животноводства кроется в здоровье пищеварительной системы. Болезни органов пищеварения у животных могут составлять до 50% от общего числа незаразной патологии. Желудочно-кишечные болезни могут быть вторичными при ряде инфекционных и инвазионных заболеваний, болезнях почек, печени и обмена веществ.

Микрофлора рубца определяет состояние здоровья животного, а также его продуктивность. Наличие достаточного количества рубцовых бактерий – необходимое условие для качественного расщепления растительных кормов в рубце жвачных. Кроме того, микроорганизмы рубца синтезируют летучие жирные кислоты (ЛЖК) и витамины, поддерживают иммунитет, защищают организм от патогенных микроорганизмов, нейтрализуют токсины [2,3].

Благодаря инфузориям корм подвергается механической обработке. Именно они разрыхляют, измельчают корм, в результате чего он становится более доступным для действия

бактериальных ферментов. Всякое отклонение от оптимальных условий нарушает экосистему рубца, изменяет активность или состав микроорганизмов, что приводит к нарушению функции преджелудков, всего пищеварительного аппарата и отрицательно отражается на продуктивности животных. Важным и информативным показателем состояния здоровья коровы являются исследования рубцового содержимого крупного рогатого скота непосредственно в хозяйстве. Диагностическое значение имеют pH, количество инфузорий, их подвижность, видовой состав и функциональная активность [5,6].

Исходя из этих обстоятельств, совершенствование диагностических и лечебно-профилактических мероприятий при заболеваниях пищеварительной системы и особенно преджелудков у крупного рогатого скота является актуальным направлением.

Применение пробиотических комплексов сегодня неотъемлемое условие обеспечения сохранности поголовья и способ повышения эффективности использования кормов.

При нарушении пищеварительной функции желудочно-кишечного тракта, как при болезнях, так и при погрешностях в кормлении, может возникнуть необходимость коррекции микробиоценоза преджелудков у крупного рогатого скота.

Механизм действия пробиотиков очень многогранен. Восстановление соответствующего микробиоценоза в желудочно-кишечном тракте обеспечивает правильную и качественную моторную функцию кишечника, в том числе и преджелудков, полноценное расщепление и усвоение кормов, стимуляцию местного иммунитета и хорошие продуктивные качества.

Целью работы явилось определение влияния пробиотической добавки на функцию преджелудков и микрофлору рубца крупного рогатого скота.

Для проведения исследования была сформирована группа опытных животных из 3 телят в возрасте 4 месяца и 3 коров в возрасте 3-4 лет. Все животные на момент начала исследования находились под ежедневным наблюдением и были клинически здоровы. Телятам опытной группы ежедневно в течение 14 дней выпаивали по 5 гр, коровам задавали энтерально по 20 гр пробиотической добавки «Тетрабиотик».

До начала введения пробиотической добавки и на протяжении всего исследования за животными вели ежедневное клиническое наблюдение. Оценивали общее состояние, аппетит, поедаемость корма, состояние видимых слизистых оболочек и шерстного покрова, а также показатели пищеварения (частоту дефекации, консистенцию фекалий, наличие непереваренных частиц корма). Общепринятыми методами исследования (осмотр, пальпация, перкуссия, аускультация) определяли функции преджелудков и печени. Содержимое рубца отбирали с использованием ротожелудочного зонда и лабораторными методами изучали рубцовое содержимое (цвет, запах, осадок, флотацию, консистенцию, pH, видовой состав, подвижность и количество микроорганизмов). Исследования выполняли под микроскопом вначале при малом, затем при большом увеличении. Для более детального изучения строения инфузорий препарат содержимого прокрашивали. Подсчет простейших выполняли в счетной камере Горяева в 100 больших квадратах после фиксации содержимого формалином [1,6].

Результаты исследований. В результате выполненных исследований установили, что у всех опытных животных аппетит был выражен хорошо, жвачка была регулярной, возникала в среднем через 1,5-2 часа после приема корма, пережевывание кормового кома было активным, жвачный период 25 и более минут, отрыжка частая, умеренной силы, количество газов значительное, запах специфический кормовой.

Брюшная стенка при пальпации оставалась мягкой, безболезненной, беспокойства при пальпации не было. Рубец был безболезнен, наполнение умеренное, консистенция смешанная, сокращения рубца различимые, сила толчка выраженная. Перкуссией рубца определили тимпанический звук – у всех животных.

Аускультацией в рубце регистрировали крепитирующие звуки, ритмичные и умеренной силы. После приема корма происходило незначительное усиление шумов. Количество сокращений рубца соответствовало нормативным критериям от 8 до 10.

Пальпация в области мечевидного хряща (проекция сетки), книжки, кишечника не указывала на повышение чувствительности или болезненность у животных. Перкуссией указанных органов выявляли тимпанический звук у всех животных, аускультацией –умеренно различимые звуки перистальтики. Пальпацией печени болезненности и увеличения ее границ у обследованных животных не определили.

После получения рубцового содержимого у опытных животных установили, что цвет его был от коричневого до желто-зеленого цвета, слабовязкой консистенции, запах – специфический, осаждение и флотация содержимого происходили в течение 8-9 минут. При исследовании pH рубцового содержимого у всех обследованных животных установили соответствие pH рубца нормативным показателям от 6,8 до 7,2, как до начала исследований, так и после.

В рубцовом содержимом всех животных определили общее число простейших организмов, которое соответствовало у телят от 100 до 270 тыс/мл, а у коров от 440 до 535 тыс/мл, в то время, как до начала исследования данный показатель у телят был не более 100 тыс/мл, а у коров – до 394 тыс/мл. Подвижность и активность микрофлоры характеризовалась их активным движением и перемещением в поле микроскопируемой области. Видовой состав простейших имел малое разнообразие у телят, в основном был представлен представителями подкласса Spirotricha с одинаковым мелким размером особей. У коров было большее разнообразие подклассов простейших - встречались кроме подкласса Spirotricha и особи подкласса Holotricha, также имелись организмы крупных и средних размеров.

Фекалии у всех исследуемых животных были оформленными и не имели изменения консистенции, цвета и посторонних примесей. При визуальной и микроскопической оценке фекалий - переваримость корма соответствовала 3 балам (оптимальная соответствующая консистенция для крупного рогатого скота).

Заключение. Учитывая данные проведенных исследований можно сделать вывод о положительном влиянии пробиотической добавки «Тетрабиотик» на метаболические процессы в рубце. Наличие большого количества инфузорий многообразных форм в рубце животных опытной группы свидетельствует о положительном влиянии на течение ферментативных процессов в рубце жвачных. Полученные результаты позволяют рекомендовать данную пробиотическую добавку для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота сопровождающихся дисбактериозом и в комплексной терапии для восстановления функциональной активности преджелудков при их патологии.

Литература

1. Рекомендации по изучению микрофлоры желудочно-кишечного тракта животных / П. А. Красочко, А. А. Гласкович, Е. А. Капитонова, Ю. В. Ломако. – Витебск, 2008. – 20 с.

2. Курилов, Н. В. Физиология и биохимия пищеварения жвачных / Н. В. Курилов, А. П. Кроткова. – Москва, 1971. – 431 с.

3. Гематологические показатели и формирование микробиоценоза желудочно-кишечного тракта телят при использовании пробиотиков / Е. А. Миклаш, Л. С. Кипцевич, М. А. Каврус [и др.] // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2004. – № 3. – С. 96-101.

4. Пилуй, Г. Л. Микробиоценоз пищеварительного тракта новорожденных в норме и при кишечных расстройствах / Г. Л. Пилуй, Г. Л. Дворкин // Ветеринарная наука – производству : материалы межведомственного сборника, 1986. – Выпуск № 24. – С. 40-44.

5. Сорокин, В. В. Нормальная микрофлора кишечника животных / В. В. Сорокин, М. А. Тимошко, А. В. Николаева. – Кишинев, 1973. – 67 с.

6. Изучение микрофлоры преджелудков жвачных : методические указания / составители: Б. В. Тараканов, И. А. Долгов, Т. А. Николичев. – Боровск : ВНИИФБиП с.-х. животных, 1977. – 92 с.

7. Шпаркович, М. В. Экофильтрум в терапии телят при диспепсии / М. В. Шпаркович, А. А. Белко // Международная ассоциация паразитоценологов : материалы III-й Научно-практической конференции Международной ассоциации паразитоценологов. – Витебск : ВГАВМ, 2008. – С. 194-196.

УДК 636.2.034

ВЛИЯНИЕ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ В УСЛОВИЯХ МОЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА

Кузнецова Д. А. – аспирант института биологии и ветеринарной медицины
Научный руководитель – Дурсенев М. С., канд. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В работе проведён анализ влияния происхождения по отцу на молочную продуктивность коров-первотёлок. Установлено, что удой существенно зависит от линии быка-отца (диапазон значений — от 7582 кг до 9184 кг), тогда как показатели жирности (3,80–3,92 %) и содержания белка (3,26–3,30 %) варьируют незначительно. Выявлена прямая зависимость выхода молочного жира и белка (МЖ+МБ) от уровня удоя; при этом скорость молокоотдачи не коррелирует с данным показателем. Определены быки с наибольшей племенной ценностью — Мелроуз, Сертоли (линия В. Б. Айдиал) и Алюм (линия Р. Соверинг), а также наименее продуктивные — Пегани и Грэдюэйт. Результаты исследования могут быть использованы в селекционной работе для повышения молочной продуктивности стада за счёт целенаправленного подбора быков-производителей.

Ключевые слова: молочная продуктивность, коровы-первотёлки, происхождение по отцу, удой, жирность молока, содержание белка, племенная ценность

Введение. Повышение молочной продуктивности крупного рогатого скота — одна из ключевых задач современного животноводства. Эффективность селекционно-племенной работы напрямую влияет на экономическую устойчивость молочных хозяйств и способность отрасли удовлетворять растущий спрос на высококачественную продукцию [4]. Важнейшим фактором, определяющим продуктивные качества коров, выступает их генетический потенциал, который во многом зависит от племенных характеристик быков-производителей [6]. Происхождение по отцу способно существенно влиять на такие показатели, как удой, содержание жира и белка в молоке, скорость молокоотдачи и суммарный выход молочного жира и белка (МЖ+МБ) [5]. Точный подбор быков с высокими племенными качествами позволяет не только увеличить продуктивность стада, но и обеспечить стабильность ключевых технологических параметров молока [2]. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью выявления наиболее перспективных линий быков и отдельных производителей, чьи потомки демонстрируют высокие показатели молочной продуктивности [1,3]. Объективная оценка племенной ценности быков требует анализа данных по многочисленному потомству с учётом вариативности основных показателей в рамках линий и между ними.

Цель работы — изучить влияние быков-производителей голштинской породы на молочную продуктивность коров в условиях молочного комплекса.

Материал и методы работы. Объектом исследования выступают быки-производители голштинской породы (n = 13 голов), используемые на молочном комплексе, их потомство — коровы-дочери (n =281 голова), а также данные карточек племенных животных (форма 2-МОЛ), журналы учёта осеменений и отёлов, данные бонитировки, результаты контрольных доек и акты оценки экстерьера. В рамках исследования были анализированы следующие показатели продуктивности: удой за 305 дней лактации (кг), содержание жира и белка в молоке

(%), количество молочного жира и молочного белка (кг), скорость молокоотдачи (кг/мин). Методы исследования включают зоотехнический учёт и сбор данных — анализ племенных карточек и баз данных молочного комплекса, формирование групп дочерей по происхождению (от каждого быка). Оценка молочной продуктивности проводится посредством контрольных доек 1 раз в месяц, расчёта удоя за лактацию по методу суммирования контрольных удоев, определения содержания жира и белка на анализаторе молока. Статистическая обработка данных включает описательную статистику (средние, стандартные отклонения). Для обработки данных используются программы Excel.

Результаты работы. Молочная продуктивность определяется множеством генетических и паратипических факторов, вклад которых составляет 25–30% и до 75% соответственно. В таблице 1 представлены основные показатели продуктивности коров первотелок разного происхождения по отцу.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров первотелок разного происхождения по отцу

№ п/п	Кличка быка-отца	Линия быка-отца	Голов	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	МЖ+МБ, кг	Скор. м/о, кг/мин
1	МРАМОР	В.Б.Айдиал	3	8239	3,92	3,28	593,2	2,73
2	ЛОТТО	В.Б.Айдиал	33	8220	3,87	3,28	587,7	2,23
3	СТАЛКЕР	В.Б.Айдиал	5	8253	3,81	3,26	583,5	1,94
4	ГРЭДЮЭЙТ	В.Б.Айдиал	2	7815	3,84	3,26	554,9	2,64
5	ХАРОЛДО	В.Б.Айдиал	1	8176	3,80	3,27	578,0	1,75
6	ЛИНКС	В.Б.Айдиал	11	8198	3,82	3,27	581,2	1,93
7	МЕЛРОУЗ	В.Б.Айдиал	77	9184	3,87	3,28	656,7	2,30
8	СЕРТОЛИ	В.Б.Айдиал	17	9112	3,90	3,29	655,2	2,78
9	ХЕРЕС	Р.Соверинг	15	8491	3,84	3,28	604,6	1,99
10	СПУТНИК	Р.Соверинг	6	8153	3,92	3,27	586,2	2,80
11	ПЕГАНИ	Р.Соверинг	7	7582	3,82	3,27	537,6	1,79
12	АЛЮМ	Р.Соверинг	53	9024	3,90	3,30	649,7	2,66
13	РОЗЗЕД	Р.Соверинг	51	8544	3,84	3,28	608,3	2,15
Итого в среднем по всем животным			281	8743	3,87	3,28	625,1	2,33

Анализ таблицы показывает, что в выборке представлены животные от быков двух линий — В. Б. Айдиал (8 быков, 149 голов) и Р. Соверинг (5 быка, 132 головы). Средние показатели по всей выборке следующие: удой 8743 кг, жирность молока 3,87%, содержание белка 3,28%, суммарный выход молочного жира и белка (МЖ+МБ) 625,1 кг, скорость молокоотдачи 2,33 кг/мин.

В линии В. Б. Айдиал средний удой несколько ниже общего среднего и составляет примерно 8400-8500 кг, однако выделяются быки Мелроуз и Сертоли: у их дочерей удой соответственно 9184 кг и 9112 кг, что превышает средний показатель по выборке. По жирности и содержанию белка животные этой линии близки к средним значениям (3,81-3,92% по жиру и 3,26-3,29% по белку), а наибольший выход МЖ+МБ отмечен у потомков Мелроуза (656,7 кг) и Сертоли (655,2 кг). Скорость молокоотдачи в линии варьирует: минимальные значения зафиксированы у дочерей Линкса и Сталкера (1,93-1,94 кг/мин), а максимальные — у дочерей Грэдюэйта и Сертоли (2,64-2,78 кг/мин).

Линия Р. Соверинг характеризуется вариативностью удоев: от 7582 кг у дочерей Пегани до 9024 кг у потомков Алюма, причём результат Алюма сопоставим с лидерами линии В. Б. Айдиал. По содержанию жира (3,82-3,92%) и белка (3,27-3,30%) линия не уступает В. Б. Айдиал. Максимальный выход МЖ+МБ здесь наблюдается у дочерей Алюма (649,7 кг) и Роззеда (608,3 кг), а скорость молокоотдачи различается от 1,79 кг/мин у дочерей Пегани до 2,80 кг/мин у дочерей Спутника.

Среди отдельных быков особо выделяются Мелроуз (77 голов) и Алюм (53 головы) — от их многочисленного потомства получены высокие удои (9184 и 9024 кг) и выход МЖ+МБ (656,7 и 649,7 кг), что повышает надёжность оценки их племенной ценности. Сертоли (17

голов) также показывает близкие к лидерам результаты по удою (9112 кг) и выходу МЖ+МБ (655,2 кг) при высокой жирности (3,90%) и содержании белка (3,29%). В то же время дочери Грэдюэйта (2 головы) имеют относительно низкий удой (7815 кг) и выход МЖ+МБ (554,9 кг), а Пегани (7 голов) — самый низкий удой в выборке (7582 кг) и скорость молокоотдачи (1,79 кг/мин).

Размах вариации удоя по выборке составляет от 7582 до 9184 кг, что указывает на существенное влияние происхождения по отцу на этот показатель. При этом жирность и содержание белка варьируют незначительно (3,80-3,92% и 3,26-3,30% соответственно), оставаясь близкими к средним значениям. Выход МЖ+МБ напрямую связан с удоем. Лидеры по удою одновременно лидируют и по этому параметру. Скорость молокоотдачи не коррелирует напрямую с удоем — например, дочери Мелроуза с высоким удоем имеет среднюю скорость (2,30 кг/мин), тогда как у дочерей Спутника с удоем ниже среднего показывают одну из самых высоких скоростей (2,80 кг/мин). Группы с наибольшим числом голов (Мелроуз, Алюм, Роззед) обеспечивают более достоверные данные для оценки племенных качеств быка.

Заключение. Проведенный анализ показал, что происхождение по отцу существенно влияет на удой: размах вариации составляет от 7582 кг (дочери Пегани) до 9184 кг (дочери Мелроуза). Жирность (3,80–3,92%) и содержание белка (3,26–3,30%) варьируют незначительно и близки к средним значениям по выборке (3,87% и 3,28% соответственно). Выход МЖ+МБ напрямую зависит от удоя — максимальные показатели у дочерей Мелроуза (656,7 кг) и Алюма (649,7 кг). При этом скорость молокоотдачи не связана с удоем: например, у дочерей Мелроуза она составляет 2,30 кг/мин, а у дочерей Спутника — 2,80 кг/мин при более низком удое. Наибольшую племенную ценность представляют быки Мелроуз (линия В. Б. Айдиал, удой 9184 кг, 77 голов), Сертоли (линия В. Б. Айдиал, удой 9112 кг, 17 голов) и Алюм (линия Р. Соверинг, удой 9024 кг, 53 головы). Наименее продуктивны потомки Пегани (удой 7582 кг, скорость молокоотдачи 1,79 кг/мин, 7 голов) и Грэдюэйта (удой 7815 кг, выход МЖ+МБ 554,9 кг, 2 головы). Таким образом, для повышения продуктивности стада целесообразно использовать быков Мелроуза, Сертоли и Алюма, принимая во внимание численность их потомства для надёжной оценки племенных качеств.

Литература

1. Молочная продуктивность голштинизированных первотелок в зависимости от линейной принадлежности и возраста первого отела / Г. П Бабайлова, А. В. Ковров, М. С. Дурсенев, И. Г. Мусихина. – DOI 10.25632/MMS.2018.55.60.005 // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – № 8. – С. 21-23.

2. Киселев, И. А. Влияние иммуногенетических маркеров быков-производителей разных пород на молочную продуктивность дочерей / И. А. Киселев, Л. И. Кузякина, С. Е. Тяпугин. – DOI 10.33943/MMS.2023.64.37.002 // Молочное и мясное скотоводство. – 2023. – № 1. – С. 7-9.

3. Киселев, И. А. Сравнительная оценка молочной продуктивности коров голштинских линий / И. А. Киселев, Л. И. Кузякина // Научные разработки и инновации в решении приоритетных задач современной зоотехнии : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения и 66-летию трудовой деятельности доктора сельскохозяйственных наук, профессора ЛЕОНИДА ИЛЬИЧА КИБКАЛО. – Курск, 2022. – С. 167-172.

4. Кузякина, Л. И. Сравнение разных методов оценки быков по качеству потомства / Л. И. Кузякина, Е. А. Смирнов // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов : Сборник трудов VI научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 153-156.

5. Поздеева, И. А. Эффективность использования быков разного происхождения в СПК "Красное Знамя" Куменского района Кировской области / И. А. Поздеева, Р. В. Падерина // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : материалы

международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Санкт-Петербург, 2018. – С. 191-192.

6. Смирнов, Е. А. Эффективность использования быков с разной племенной ценностью / Е. А. Смирнов // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXI Международной студенческой научной конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 195-198.

УДК 639.3

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИШАЙНИКОВ В КАЧЕСТВЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ТЕПЛОКРОВНЫХ И ХОЛОДНОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ

Ламусса Лалле – аспирант 2 года обучения института биологии и ветеринарной медицины
Ивашкина Н. С. – аспирант 2 года обучения института биологии и ветеринарной медицины
Усатова Н. И. – старший преподаватель
Береснева И. К. – студентка 2 курса института биологии и ветеринарной медицины
Научные руководители – Жданова О. Б., д-р биол. наук, доцент; Часовских О. В., канд. ветеринар. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Известно, что лишайники содержат антиоксидантные вещества, такие как непредельные кислоты, сложные эфиры, углеводороды и ароматические спирты, все эти вещества являются необходимыми как для тепловодных, кат и для холоднокровных организмов. Учитывая вышесказанное, механообработанные препараты из лишайнков позволяют значительно улучшить физиологические показатели у млекопитающих и птиц. Впервые, для изучения возможности использования эпифитных и наземных лишайников в аквакультуре была предпринята попытка их добавления в корм аквариумным рыбам.

Ключевые слова: лишайники, млекопитающие, холоднокровные и птицы

Известно, что в качестве противопаразитарного, антимикробного средства и иммуностимулятора издавна применяется лишайник цетрария в народной медицине на севере РФ. При различных воспалительных заболеваниях в дыхательной системе цетрария оказывает смягчающее действие, в случае кашля проявляет свойства разжижать мокроту и способствовать ее выведению. Используется в терапии туберкулеза, астматических заболеваний и других болезней, в частности в ряде клиник активно применялась при лечении последствий ковид -19. В предыдущих исследованиях было установлено, что лишайник кладония также эффективен при травмах и в качестве адаптогена. Из высушенной цетрарии приготавливаются отвары, которые проявляют хорошие целебные свойства в отношении заболеваний желудка и кишечника. Они обволакивают слизистую, оказывают успокаивающее и заживляющее действие. Хороший эффект достигается при лечении диареи и других расстройств пищеварительной системы. Наиболее ценным веществом лишайников является усниновая кислота, благодаря которой они проявляют антибактериальные и антимикробные свойства.

Наличие витаминов и минералов, а также высокая антиоксидантная активность эпифитных и наземных лишайников, обусловленная взаимодействием их компонентов, достаточно хорошо известны. Лишайники содержат множество биологически активных соединений, таких как лихенин, аминокислоты, пектины, ферменты и витамины [3]. Имеются многочисленные сообщения о применении лишайников в сельском хозяйстве (лихеноиндикации, агротехнологии, ветеринарии, паразитологии и др.) [1,2]. В результате проведенной ранее сотрудниками Вятского ГАТУ работы были установлены особенности различных способов дачи лишайников млекопитающим (лабораторным животным, крупному рогатому скоту и свиньям) и птице. Изучены основные морфологические, биохимические

показатели крови животных. Однако, до настоящего времени в доступной литературе мы не обнаружили сведений о применении лишайников в птицеводстве и в аквакультуре. Поэтому в данном исследовании впервые дополнительно были изучены свойства этих препаратов на холоднокровных организмах.

Также провели изучение механизмов стимуляции регенерации при даче лишайников птице и рыбам в сравнениии изучение токсического действия лишайников, с оценкой физиологических особенностей рыб. Научная новизна исследования заключается в комплексном подходе к решению поставленных задач, позволяющих при помощи морфофизиологических показателей (измерения рыб) доказать эффективность применения моно- и фитокомпозиций в аквакультуре.

Материалы и методы исследований.

Изучению возможности применения механообработанных лишайников в качестве добавок, предшествовало определение токсического эффекта лишайников на лабораторных животных, при этом формировали 2 группы мышей (10 голов). В течение 2 недель мышам скармливали препараты кладонии.

При изучении возможности применения кормовых добавок в птицеводстве формировали 2 группы молодок: по 10 голов, одной из которых скармливали лишайник в течение месяца. После чего контролировали их привесы и яйценоскость.

Рыб (мальки гуппи) содержали в 5-литровых емкостях в течение 2,5 месяцев. Условия содержания рыб были стандартными: температура воды составила 23°С; кормление рыб стандартным кормом в смеси с лишайниками через 2 дня; частота смены воды – 1 раз в 10–12 суток. Было сформировано 3 группы рыб, их количество составило по 10 в каждой группе. 1 группа получала механообработанный ягель (широко распространенный наземный лишайник в Кировской области), 2-я такую же форму пармелии (эпифитный лишайник) 1:1, третья группа была контрольной.

Результаты исследований.

Провели сравнение физиологических показателей и патанатомических исследований в 2-х группах мышей, после 2-недельного скармливания мышам препаратов кладонии. Мыши, получавшие кладонию, были более активны в тестах «Открытое поле», «Принудительное плавание», начинали более активно есть. При проведении эвтаназии провели оценку внутренних органов и гистопрепаратов, которые показали отсутствие патологических изменений по сравнению с группой контроля.

При исследовании физиологических особенностей кур-несушек, и их внутренних органов, установили, что после дачи лишайника куры начали активно употреблять корм, увеличивая привесы. Помимо изучения физиологических особенностей, отмечено, что все птицы, опытных групп были свободны от эймерий, а также обладали стойкостью к стрессовой ситуации и быстрой нормализации реакции после проведения всех манипуляций.

Рыб измеряли, до проведения скармливания, и после каждую неделю, отмечали наличие каннибализма, гибели, длину туловища и активность рыб (в баллах). Длина туловища в контрольной группе в начале опыта составила 1,3+0,11см, в опытных 1,3+0,10 см, и 1,4+0,11см спустя 2 месяца в контрольной группе рыбы достигли 1,7+0,14 см, в опытной группе, получавшей кладонию 1,85+0,12см. в опытной группе, получавшей пармелию 1,82+0,14 см, также отмечена лучшая сохранность (85% и 100% в опытных группах) и отсутствие каннибализма. Также в емкостях с рыбами, отмечена лучшая лучшая прозрачность воды.

Применение в качестве кормовой добавки для рыб ягеля сопровождалось увеличением прироста длины тела, меньшим отходом мальков и каннибализмом. Опыт показал, что не только ягель является оптимальной кормовой добавкой при выращивании рыб, но и пармелия. Они обеспечивают высокую выживаемость потомства, применение лишайников в качестве кормовой добавки для рыб увеличивает скорость их роста и снижает отход мальков. Эти данные подтверждают перспективность использования ягеля в аквакультуре благодаря его антимикробным, антиоксидантным и другим полезным свойствам. В результате ранее

проведенной работы были установлены особенности составления композиций, содержащих лишайники для разных видов животных и птиц. Изучено влияние комплексов фитоантигельминтиков на основные физиологические тесты и показатели крови животных. Также было установлено, что содержание медицинских пиявок, которые находятся под угрозой исчезновения и занесены в Красную книгу более эффективно при использовании субстрата из кладонии. Запрет на отлов в природе создает дефицит, который частично восполняется искусственным разведением. Однако, условия на биофабриках не всегда соответствуют природным, и т.о. снижается качество пиявок и продолжительность их жизни, поэтому многими исследователями рекомендуется сохранение медицинских пиявок в емкостях с лишайником, для предупреждения их гибели.

Таким образом, учитывая, что в лишайниках имеются усниновыая, фумаро-протоцетрариева кислота, обладающая антисептическими эффектами, и стимулирующая правильную работу иммунитета, D-протолихестериновая кислота применяется при заболевании желудка и двенардцатиперстной кишки, в кладонии содержатся таке вещества как: арбутин, галловая кислота, коричная кислота, хлорогеновая кислота, кверцетин, рутин, урсоловая кислота, байкалин, байкалеин, изорамнетин, гиперозид. Среди этих веществ имеются флавоноиды, органические кислоты, полифенольные соединения. Известно, что лишайники содержат антиоксидантные вещества, такие как непредельные кислоты, сложные эфиры, углеводороды и ароматические спирты, все эти вещества являются необходимыми как для тепловодных, кат и для холоднокровных организмов.

Учитывая вышесказанное механообработанные препараты из лишайнков позволяют значительно улучшить физиологические показатели у млекопитающих и птиц.

Впервые, для изучения возможности использования эпифитных и наземных лишайников в аквакультуре была предпринята попытка их добавления в корм аквариумным рыбам.

Литература

1. Бязров, Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л. Г. Бязров. – Москва : Научный мир, 2002. – 336 с.

2. Голубкова, Н. С. Влияние роста городов на лишайники и лихеноиндикация атмосферного загрязнения в Казани / Н. С. Голубкова, Н. В. Малышева // Ботанический журнал. – 1978. – Т. 63, № 8. – С. 1145-1154.

3. Опыт применения лишайников в животноводстве в России и зарубежом / А. С. Коржавина, О. В. Часовских, О. Б. Жданова [и др.] // Охотничье и сельское хозяйство: взаимодействие для сохранения биоразнообразия : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 60-летию подготовки охотоведов в г. Кирове и 95-летию ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, Киров, 19–20 июня 2025 года. – Киров, 2025. – С. 149-153.

4. Кристаллоскопический портрет некоторых лишайников в Волго-Вятском регионе / П. В. Христолюбов, П. И. Юшкова, О. Б. Жданова, О. В. Часовских // Охотничье и сельское хозяйство: взаимодействие для сохранения биоразнообразия : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 60-летию подготовки охотоведов в г. Кирове и 95-летию ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ. – Киров, 2025. – С. 158-161.

УДК 636.2.085.52

СИСТЕМНОЕ МЕДИКАМЕНТОЗНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПРИ ГЕРПЕТИЧЕСКОМ ЯЗВЕННОМ КЕРАТИТЕ КОШЕК

Михолап А. П.[1] – ветеринарный врач
Соломахина Л. А.[2,3] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1]Ветеринарная клиника БиоВет, г. Москва, Россия
[2]ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Россия
[3]Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Инфекция, обусловленная вирусом герпеса кошек 1-го типа (FHV-1), известная как ринотрахеит кошек (FRV), вызывается вирусом из подсемейства Alphaherpesvirinae, поражающим всех представителей семейства кошачьих, при этом все выделенные штаммы относятся к одному серотипу. Вирус широко распространен среди домашних кошек, особенно в условиях группового содержания - в колониях и питомниках. Заражение происходит при прямом и косвенном контакте с больными животными и носителями вируса, передаваясь преимущественно через ротовую полость, носовую полость и конъюнктивальные поверхности. Кошки, перенесшие заболевание, в большинстве случаев становятся носителями вируса на длительный срок, проявляя латентную форму инфекции с периодическими эпизодами выделения вируса. Частым осложнением являются вторичные бактериальные инфекции, особенно вызванные Chlamydophila felis. Инфекция FHV-1 считается одним из наиболее распространённых возбудителей поражений глаз у кошек, включая конъюнктивиты, кератиты и симблефарон. Она может способствовать развитию таких патологий, как секвестрация роговицы и эозинофильный кератит. Лечение герпетического язвенного кератита у кошек требует комплексного подхода, включающего системную противовирусную терапию, при этом препаратом выбора является фамцикловир.

Ключевые слова: ветеринарная офтальмология, животные, язвенные кератиты, герпесвирусная инфекция кошек 1 типа, герпетический кератит, фамцикловир, ацикловир, цидофовир

Введение. Инфекция, обусловленная вирусом герпеса кошек 1-го типа (FHV-1), известная как ринотрахеит кошек (FRV), вызывается вирусом из подсемейства Alphaherpesvirinae, поражающим всех представителей семейства кошачьих, при этом все выделенные штаммы относятся к одному серотипу. Вирус широко распространен среди домашних кошек, особенно в условиях колоний и коттеджных питомников. Заражение происходит при прямом и косвенном контакте с больными особями и носителями; путь передачи - через ротовую полость, носовую полость и конъюнктивальные поверхности. Кошки, перенесшие заболевание, скорее всего, становятся хроническими носителями, сохраняя латентную форму инфекции с периодами выделения вируса. Частым осложнением являются вторичные бактериальные инфекции, особенно вызванные Chlamydophila felis.
Герпесвирусная инфекция кошек 1 типа является одним из наиболее распространённых возбудителей патологий глаз у кошек, включая конъюнктивиты, кератиты и симблефарон. Она может способствовать развитию таких состояний, как секвестрация роговицы и эозинофильный кератит.

Конъюнктивит при герпесвирусной инфекции 1 типа у кошек носит разнообразный характер течения. У котят и молодых особей заболевание часто протекает тяжело, с развитием симблефарона и спаечного процесса в носослезном канале. У взрослых животных клиническая картина может быть менее выраженной. При герпетическом конъюнктивите отмечается двустороннее поражение с выраженной гиперемией слизистой оболочки и обильными гнойно-слизистыми выделениями. При одновременном течении с хламидийной инфекцией наблюдается отёчность конъюнктивы. Несмотря на тяжесть симптомов, большинство форм конъюнктивита поддаются эффективному лечению, тогда как герпетический кератит зачастую имеет агрессивное течение, быстро приводя к тяжелой кератомаляции и перфорации роговицы,

особенно у молодых котов. Такие случаи встречаются довольно часто и требуют немедленного вмешательства, а также комплексного подхода к терапии.

Поражения роговицы при герпесвирусной инфекции проявляются по-разному: могут возникать древовидные (дендритные) язвы, географические дефекты, стромальные кератиты, буллезная кератопатия и другие формы. Древовидная язва - типичный признак герпесвирусной инфекции, представляющий собой разветвлённое поражение роговицы, вызванное некрозом эпителия; для её диагностики используется флюоресцеиновое окрашивание. При отсутствии своевременного лечения такие повреждения переходят в более глубокие и опасные формы, вплоть до перфорации роговицы. Особенно опасны остро возникающие стромальные кератиты с отёком, лейкоцитарной инфильтрацией, васкуляризацией и кератомаляцией, с образованием пузырей - они стремительно прогрессируют и ведут к разрушению роговицы. Хроническая форма стромального герпетического кератита у кошек характеризуется диффузным отёком роговицы, фиброзом, клеточной инфильтрацией, васкуляризацией и мультифокальной секвестрацией.

Системное медикаментозное лечение при герпетическом язвенном кератите кошек

Системное медикаментозное лечение при герпетическом язвенном кератите кошек должно быть комплексным, однако акцент важно сделать на системной противовирусной терапии особенно с учетом того факта, что местных противовирусных препаратов в России нет.

Системные противовирусные препараты

На рынке доступны препараты на основе пенцикловира/фамцикловира, ацикловира и цитофовира:

1. Пенцикловир/фамцикловир

Фамцикловир для кошек является одним из наиболее безопасных и эффективных противовирусных препаратов, который широко используется в ветеринарной офтальмологии. Фамцикловир является противовирусным средством, которое ингибирует репликацию вируса и используется при лечении герпесвирусной инфекции кошек. После приема внутрь фамцикловир быстро и почти полностью всасывается и превращается в активный пенцикловир. Биодоступность пенцикловира - 77%. Происходит подавление синтеза вирусной ДНК и репликации вируса. Фамцикловир является виростатическим препаратом и не способен устранить латентную форму вирусной инфекции.

Фамцикловир для кошек в нашей практике наиболее часто применяется в качестве препарата под торговым названием Фамвир/ Фавирокс/ Фавилар/ Фамцикловир/ Фамацивир/Минакер.

В различных источниках даны разные дозы фамцикловира для системного применения кошкам:

- 90 мг/кг х 3 раза в день до 21 дня (данную максимальную дозу мы используем в тяжелых случаях);
- 90 мг/кг х 2 раза в день до 21 дня (данную дозу мы используем в случаях с легкой и средней степенью тяжести). По данным иностранных источников этот режим достигал сопоставимых концентраций пенцикловира в плазме и слезной жидкости с теми, которые достигались при дозе 90 мг/кг три раза в день, тогда как более низкие исследованные дозы не обеспечивали адекватной концентрации пенцикловира в слезной жидкости;
- 40 мг/кг х 3 раза в день до 21 дня или 65 мг/кг х 2 раза в день (считается, что для минимизирования стресса кошкам рекомендовано давать препарат два раза в день);

Препарат выпускается в таблетированной форме (таблетки по 125,250 и 500 мг).

2. Ацикловир

Ацикловир (Зовиракс) для кошек в нашей практике не применяется из-за высокой вероятности тяжёлых системных побочных эффектов. Препарат проникает в ДНК-полимеразу вируса и подавляет его репликацию. Ацикловир выпускается в виде таблеток и капсул по 200 и 400 мг. Рекомендуемая дозировка для перорального приёма - 60 мг/кг 2–3 раза в сутки в течение 14 дней, однако такая доза вызывает токсичность у кошек. Исследования in vitro показали, что при системном введении в дозе 100 мг/кг у кошек не удаётся достичь

эффективной концентрации ацикловира в плазме крови, необходимой для лечения герпеса. Эффективность препарата in vitro против вируса герпеса первого типа у кошек низкая. Это усугубляется плохой биодоступностью при пероральном приёме и развитием тяжёлых токсических осложнений при системном применении, что делает использование ацикловира у кошек нежелательным. К основным системным нарушениям относятся лейкопения и анемия. При своевременной отмене препарата и проведении инфузионной терапии состояние животного улучшается и восстанавливается.

Валацикловир (Валтрекс)-пролекарство ацикловира, разработанное для повышения биодоступности по сравнению с ацикловиром. Препарат лучше всасывается, а затем метаболизируется до ацикловира. Этот препарат исследовали на здоровых кошках и кошках, инфицированных герпесом. Его повышенная биодоступность связана с более высокими концентрациями ацикловира в плазме, которые могут вызывать летальный некроз печени и почек у кошек.

3. Цидофовир

Цидофовир (Vistide), производимый в США, представляет собой лекарственный препарат для внутривенного введения. Доступны также глазные капли с концентрацией 0.5% и 1%, основой которых служит карбоксиметилцеллюлоза. Это средство относится к виростатикам и оказывает ингибирующее действие на синтез вирусной ДНК. Применяется в дозировке 5 мг/кг один раз в неделю в течение двух недель - инфузия длится 60 минут. Основное назначение - лечение цитомегаловирусного ретинита у пациентов с ВИЧ/СПИДом. Был рассмотрен как потенциальный противоопухолевый агент благодаря способности подавлять FGF2. Введение цидофовира обязательно сопровождается одновременным применением пробенецида, который снижает риск нефротоксичности за счёт ингибирования транспорта органических анионов в эпителии проксимальных канальцев почек. Также пациентам, получающим препарат, требуется обязательная гидратация: рекомендуется вводить 1 литр физиологического раствора на каждую дозу цидофовира. В эксперименте in vitro продемонстрирована активность против вирусов герпеса человека, аденовирусов, папилломы человека и пикновирусов (включая оспу). При лечении кошек при герпес-инфекции двукратный приём в день способствовал уменьшению выделения вируса и улучшению клинической картины, однако частое применение связано с длительным периодом полувыведения метаболитов из тканей. При замораживании в растворе натрия хлорида при -20 °C и -80 °C препарат сохранял свои свойства на протяжении 1, 2, 4, 6 месяцев - в ходе экспериментов. Безопасность его использования после хранения не изучалась.

Следовательно, на основании изложенного, фамцикловир является наиболее эффективным, безопасным и доступным противовирусным средством для терапии герпеса у кошек 1 типа, который при язвенных поражениях роговицы должен применяться в составе комплексной схемы лечения в сочетании с антибиотиками широкого спектра действия, нестероидными противовоспалительными препаратами и при необходимости - антацидами.

Системные антибактериальные препараты широкого спектра действия.

В клинической практике для системного применения чаще всего применяют доксициклин в форме ветеринарных лекарственных форм под различными торговыми названиями (Юнидокс, Доксифин, Вибрамицин, Ронаксан, Докситрон и др.) в дозировке 10 мг/кг в сутки перорально в течение месяца (суточную дозу можно разделить на два приёма - по 5 мг/кг каждые 12 часов). Ключевым моментом является приём препарата кошкам после еды. Помимо широкого спектра антимикробной активности, доксициклин обладает выраженной антиколлагеназной активностью, что особенно важно при кератомаляции, часто развивающейся при тяжёлых герпетических кератитах. Тетрациклины относятся к группе антибиотиков бактериостатического действия с широким спектром действия. Наравне с хорошо известным антимикробным эффектом им приписываются всё более значимые дополнительные полезные свойства: защита тканей от апоптоза и деградации протеиназами, способность нейтрализовать свободные радикалы, содержащие кислород, а также оказывать противовоспалительное действие. Поэтому тетрациклины зачастую назначают не столько из-

за антибактериального действия, сколько благодаря иммуномодулирующим свойствам, либо для одновременного достижения обоих эффектов. Установленная способность тетрациклинов подавлять активность коллагеназ породила предположение о возможном снижении степени кератомаляции. Однако концентрация этих антибиотиков в слезной жидкости после системного применения варьируется в широких пределах у разных видов животных и отдельных особей. В настоящее время рекомендуется применение тетрациклинов местно, обусловленное их антиколлагеназной активностью; однако доступность препаратов этого класса только в виде мазей ограничивает возможность их использования при высоком риске перфорации роговицы. В таких ситуациях более безопасным и эффективным может оказаться местное применение сыворотки. Чтобы избежать постоянного окрашивания зубов, системное применение тетрациклинов запрещено молодым животным, однако, по-видимому, доксициклин не оказывает такого побочного действия. Поскольку Chlamydia felis, зачастую, является сопутствующей инфекцией и обнаруживается во внутренних органах, например, селезенке и легких, и на основании результатов клинических исследований, для лечения хламидийных инфекций у кошек (и, вероятно, также инфекций Mycoplasma spp.) предпочтительнее системное применение доксициклина, а не местное применение тетрациклинов.

Системные нестероидные противовоспалительные препараты (НПВС).

Данные препараты предназначены для устранения отека и воспалительных процессов на роговице, достижения системного обезболивающего действия, а также контроля рефлекторного увеита. НПВС способны предотвратить разрушение гематоофтальмического барьера на 80–99%.

Многие НПВС, разрешённые к применению у человека, при системном использовании у животных вызывают серьёзные побочные эффекты. Такие вещества, как ибупрофен, напроксен, диклофенак и индометацин, не рекомендуются для системного применения в ветеринарии. В клинической практике чаще всего применяются робепоксиб (Онсиор) и мелоксикам (Мелоксивет, Вемелкам, Петкам, Неболин вет и др.). Эти препараты обладают высокой эффективностью и минимальным риском для кошек.

Робенококсиб для кошек в нашей практике чаще всего используется в форме Онсиора - в дозировке 1–2,4 мг/кг, вводится инъекционно или в таблетированной форме.

Мелоксикам для кошек применяется в виде Мелоксивета (инъекции) и Вемелкам 0.5 (таблетки) - в дозировке 0,2 мг/кг в первый день, далее - 0,1 мг/кг ежедневно, в инъекционной или таблетированной форме.

НПВС являются более предпочтительным выбором при воспалительных состояниях у пациентов с диабетом и синдромом Кушинга, поскольку не провоцируют системного воздействия на кору надпочечников. Кроме того, применение системных кортикостероидов при вирусной герпетической инфекции строго противопоказано.

Системные антацидные препараты.

Антациды - это средства, нейтрализующие соляную кислоту в желудке.

НПВС следует принимать с осторожностью, избегая одновременного применения с системными кортикостероидами. При пероральном приёме эти препараты порой вызывают язвенные поражения ЖКТ и кровотечения.

В связи с этим их применение оправдано для снижения риска побочных эффектов со стороны ЖКТ, вызванных антибактериальными, противовоспалительными и противовирусными средствами.

Наиболее распространёнными в практике являются препараты, содержащие омепразол, такие как Омез или Ультоп. Омепразол подавляет протонную помпу (Н+/К+-АТФазу) в париетальных клетках желудка, что препятствует образованию соляной кислоты на финальной стадии. Препарат назначают по 1–2 мг/кг 1–2 раза в сутки в виде таблеток или инъекций.

Выводы. Герпетический кератит у кошек - это тяжелое заболевание, способное протекать с агрессивным течением, приводя к быстрому углублению язвенного дефекта, перфорации роговицы и, как следствие, к полной потере зрения, а также к утрате глаза как

органа при отсутствии своевременной и квалифицированной помощи. Для эффективного и быстрого лечения герпетического язвенного кератита необходим комплексный подход, включающий как местную, так и системную медикаментозную терапию. Ключевым элементом в лечении является системная противовирусная терапия, которая должна отвечать двум критериям: высокой эффективности и безопасности. Учитывая, что не все противовирусные средства пригодны для использования у кошек, особое значение имеет выбор безопасного препарата. Фамцикловир - один из наиболее эффективных системных противовирусных агентов, который признан безопасным для кошек и доступен для приобретения в России, что делает его востребованным у ветеринарных специалистов по всей стране.

Литература

1. Gelatt, K. N. Essentials of Veterinary ophthalmology. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
2. Ophthalmology for the Veterinary Practitioner / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé,W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.
3. Petersen, J. S., Crispin, S. BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology. BSAVA.Spain, 2002.
4. Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
5. Veterinary Ocular Pathology a comparative review / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.
6. Veterinary ophthalmology / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
7. Veterinary ophthalmology / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. – 6th ed.

УДК 631.86

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ В СКОТОВОДСТВЕ

Наймушин Д. А. – магистрант института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Качество очистки эффлюента напрямую определяет надёжность систем мелкодисперсного полива: микрофорсунок, туманообразователей, каплеобразующих сопел и систем форсуночного увлажнения. Уязвимость таких систем связана с малыми проходными сечениями каналов, щелей и вихревых камер: даже небольшое количество взвешенных частиц, волокон и флокул вызывает рост гидравлического сопротивления, снижение расхода, ухудшение факела распыла и неравномерность распределения влаги. Базовой ступенью подготовки воды является механическая фильтрация на ситах с заданным размером ячейки. Ниже рассматривается, как выбор размера ячейки влияет на качество очистки и эксплуатационные показатели, а также приводится пример расчёта параметров цилиндрического сетчатого фильтра.

Ключевые слова: эффлюент, мелкодисперсный полив, размер ячейки сита, ситчатая фильтрация, сетчатый фильтр, механические загрязнения, взвешенные вещества, засорение форсунок, перепад давления, производительность фильтра, промывка фильтра, предварительная фильтрация

Мелкодисперсный полив формирует капли малого диаметра или тонкодисперсный аэрозоль благодаря конструктивно малым каналам и соплам, узким щелям, закручиванию потока во вихревых распылителях и наличию калиброванных отверстий. По этой причине требования к предварительному удалению механических примесей здесь существенно строже,

чем в системах крупнокапельного дождевания: частица, безопасная для спринклера, может оказаться критичной для туманообразователя [1].

К типовым причинам засоров при подаче эффлюента относятся минеральные и органические извести, волокнистые включения (целлюлоза, остатки растений), флокулы после коагуляции и биоочистки, а также биоплёнки и их обрывки. Существенная особенность эффлюента - изменчивость состава по сезонам и режимам работы очистных сооружений: в тёплый период возрастает биологическая активность и риск слизистых/волокнистых загрязнений, после осадков увеличивается доля тонкой взвеси, а при нестабильной технологической схеме возможны выбросы флокул.

Размер ячейки сита обычно понимают как линейный размер отверстия сетки. При этом фактический проходной размер и пропускная способность определяются не только геометрией ячейки, но и толщиной проволоки, типом плетения, а также поведением гибких волокон. Дополнительно на сетке быстро формируется осадочный слой, который способен улучшать задержание мелких фракций и снижать мутность на выходе, но одновременно повышает перепад давления и делает критически важной корректную промывку.

Уменьшение размера ячейки улучшает качество очистки прежде всего за счёт прямого удержания частиц: чем меньше апертура, тем ниже вероятность попадания крупного зерна или флокулы в узкие каналы форсунок. Это повышает устойчивость работы распылителей и снижает разброс расхода по линиям. Однако зависимость не линейна: чрезмерно мелкая ячейка ускоряет зарастание сетки, вызывает скачкообразный рост перепада давления, приводит к частым промывкам и колебаниям давления на распылителях. В результате фактическая стабильность системы может ухудшаться даже при чистом фильтрате [2].

К ключевым негативным эффектам слишком мелкой сетки относятся рост перепада давления и энергозатрат, увеличение частоты промывок и потерь воды, а также быстрое войлочение при наличии волокон и биоматериала. Волокнистая органика и слизь формируют плотный слой, уменьшающий эффективную площадь фильтрации и осложняющий отмывку. Дополнительный риск связан с разрушением осадочного слоя при импульсных изменениях расхода или при неправильной промывке: возможен кратковременный проскок накопленных частиц в линию, что особенно опасно для мелких сопел.

Следовательно, выбор размера ячейки - это компромисс между требуемой защитой самого узкого элемента (минимального проходного канала форсунки), реальным составом эффлюента и возможностями обслуживания. На практике устойчивость чаще обеспечивает ступенчатая схема: предварительное удаление абразивной и крупной фракции (отстой, корзинные фильтры) и затем тонкая сетчатая ступень с контролем перепада давления и регламентом промывки.

Ниже приведён пример расчёта параметров цилиндрического сетчатого фильтра грубой очистки для удаления механических загрязнений из эффлюента.

Таблица 1 – Исходные данные

№	Параметр	Обозначение	Значение	Ед. изм.
1	Диаметр фильтра	D	0,61	м
2	Высота цилиндра	H	1,5	м
3	Размер ячеек сетки	-	1	мм
4	Коэффициент открытой площади	ε	0,35	-
5	Скорость фильтрации	V	10	м/ч
6	Объём фильтруемой жидкости	Vж	0,5	м³
7	Концентрация загрязнений	C	150	мг/л

Фильтрующая поверхность задаётся боковой площадью цилиндра:

$$S=\pi \cdot D \cdot H^2 \qquad (1)$$

Подстановка $S = 3,14 \cdot 0,61 \cdot 1,5 \approx 2,874$ м2

С учётом коэффициента открытой площади сетки ε открытая площадь:

$$S_{отв}=\varepsilon \cdot S \quad (2)$$

$S_{отв} = 0{,}35 \cdot 2{,}874 \approx 1{,}006$ м²

Производительность фильтра при скорости фильтрации V:

$$Q=S_{отв} \cdot V. \quad (3)$$

$Q = 1{,}006 \cdot 10 = 10{,}06$ м³/ч

Время фильтрации заданного объёма

$$t = (V_ж / Q) \cdot 60 \quad (4)$$

$t= (0{,}5 / 10{,}06) \cdot 60 \approx 2{,}98$ мин

Расчёт Масса задерживаемых загрязнений:

$$m = V_ж \cdot C / 1000 \quad (5)$$

$m= 0{,}5 \cdot 150 / 1000 = 0{,}075$ кг = 75 г

Таблица 2 – Масса загрязнений, в зависимости от концентрации

Концентрация, мг/л	Объём воды, л	Масса осадка, г
50	500	25
100	500	50
150	500	75
200	500	100
250	500	125

При засорении 30 % площадь рассчитывается:

$$S_{засор} = S_{отв} \cdot 0.7 \quad (6)$$

$S_{засор} = S_{отв} \cdot 0.7 = 1{,}006 \cdot 0{,}7 = 0{,}704$ м

Производительность при засорении:

$$Q_{засор} = S_{засор} \cdot V \quad (7)$$

$Q_{засор} = 0{,}704 \cdot 10 = 7{,}04$ м³/ч

$\Delta Q = 10{,}06 - 7{,}04 = 3{,}02$ м³/ч (снижение производительности примерно на 30%). Этот результат подчёркивает необходимость контроля перепада давления и своевременной промывки [3].

В части конструктивных требований фильтр должен обеспечивать жёсткость, ремонтопригодность и надёжность. Для работы с эффлюентом целесообразны коррозионностойкие материалы, например сталь AISI 304. При заданных габаритах (диаметр 610 мм, высота 1500 мм) и сетке 1 мм допустимо проектировать рабочее давление до 0,5 бар при толщине стенки корпуса не менее 2 мм, а также предусмотреть удобный доступ к фильтрующему элементу и возможность промывки.

Режимы промывки и обслуживания определяются тем, что загрязнения закупоривают ячейки, повышают сопротивление и снижают эффективность. В качестве критериев начала промывки могут использоваться: объём пропущенной воды (например, каждые 500–1000 л), превышение заданного перепада давления (например, $\Delta P > 0{,}3$ бар), либо визуальное закрытие более 1/3 площади сетки. Методы очистки включают ручную промывку (простая, но требует остановки и ручного труда) и обратную промывку (эффективна и подходит для автоматизации. Для малых производительностей (до 1 м³/ч) часто достаточно ручной очистки; в более крупных системах предпочтительна автоматическая промывка [4].

Таким образом барабанный фильтр хорошо подходит для фильтрации эффлюента за счёт большой рабочей площади, стабильной производительности при заданной скорости фильтрации и удобства очистки, что позволяет поддерживать качество фильтрата без длительных остановок. Для повышения надёжности целесообразна ступенчатая схема с предварительным удалением крупной/абразивной фракции.

Литература

1. Биогазовый эффлюент – основа органического земледелия / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко, И. В. Маракулина // Экономическая безопасность агропромышленного комплекса: проблемы и направления обеспечения : сборник научных

трудов I Национальной научно-практической конференции, Киров, 01 января – 31 2021 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – С. 178-181.

2. Влияние сроков внесения эффлюента на рост и развитие растений ярового ячменя / С. А. Емелев, Е. С. Лыбенко, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Вестник Вятского ГАТУ. – 2022. – № 4 (14). – С. 8.

3. Мирошниченко, И. В. Повышение эффективности переработки осадков сточных вод в биогаз / И. В. Мирошниченко, Е. В. Снеговой // Биология в сельском хозяйстве. – 2019. – № 1 (22). – С. 36-40.

4. Мухамадьяров, Ф. Ф. Системный подход к анализу факторов взаимодействия "растение – среда" / Ф. Ф. Мухамадьяров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 77-81.

5. Мухамадьяров, Ф. Ф. Энергосберегающие аспекты получения продовольственных ресурсов и кормов / Ф. Ф. Мухамадьяров // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : материалы XVIII Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 95-летию со дня образования Вятского ГАТУ, Киров, 03 февраля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 82-86.

6. Новиков, П. В. Тенденции развития получения и использования биогаза / П. В. Новиков // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. – 2022. – № 18. – С. 232-235.

7. Острейко, А. А. Факторы, влияющие на повышение выхода биогаза / А. А. Острейко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2024. – С. 208-212.

8. Патент № 2499049 C2 Российская Федерация, МПК C12P 5/02, C12N 1/38. Способ получения биогаза с контролируемыми концентрациями микроэлементов : № 2009147178/10 : заявл. 29.05.2008 : опубл. 20.11.2013 / Х. Экснер, А. Леммер, Д. Рамхольд [и др.].

9. Практическое применение эффлюента в качестве удобрения для биологизации земледелия / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко [и др.]. – Киров : Общество с ограниченной ответственностью "Радуга-ПРЕСС", 2021. – 183 с. – ISBN 978-5-6047118-1-1.

10. Рециклинг отходов в АПК : справочник / И. Г. Голубев, Л. Ю. Коноваленко, И. А. Шванская, М. В. Лопатников ; Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса. – Москва : Росинформагротех", 2011. – 296 с. – ISBN 978-5-7367-0874-1.

11. Саитов, В. Е. Проблемы и перспективы инновационного развития растениеводства агропромышленного комплекса / В. Е. Саитов, Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов // Современные проблемы науки и образования : материалы международных научных конференций, проведенных Академией Естествознания (продолжающееся издание), Москва, 12 октября 2019 года – 03 2020 года. – Москва : Издательский Дом Академии Естествознания, 2020. – Том XVIII. – С. 61-62.

12. Седых, П. С. Использование биогаза на нужды современного сельскохозяйственного кластера / П. С. Седых // Образование, наука, производство, Белгород, 20–22 октября 2015 года / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2015. – С. 1343-1348.

13. Созонтов, А. В. Повышение эффективности сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники / А. В. Созонтов // Улучшение эксплуатационных показателей

сельскохозяйственной энергетики : материалы XVI Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», Киров, 06 февраля 2023 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – Выпуск 23. – С. 194-197.

УДК 617.713

ОСНОВНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ НАЛОЖЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА

Нарижная Е. В.[1] – ветеринарныф врач
Соломахина Л. А.[2,3] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1]Центр ветеринарной медицины 91, Донецкая Народная Республика
[2]ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Россия
[3]Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Защитные покрытия глазного яблока делятся условно на тарзорафию (наложение на третье веко) и блефарорафию (наложение на веки). Применение подобных покрытий - распространённая процедура, выполняемая при различных показаниях: выпадение глазного яблока, тяжёлые язвенные кератиты, послеоперационный период после вмешательств на роговице, первичная наследственная дисфункция роговичного эндотелия и др. В клинической практике чаще используется тарзорафия, поскольку считается более эффективной, однако в ряде случаев наложить её невозможно по разным причинам - тогда прибегают к блефарорафии. К таким ситуациям относятся: низкая подвижность третьего века (у брахицефальных пород - врождённое недоразвитие), отсутствие третьего века (в результате удаления или врождённой аномалии), тяжёлый проптоз, при котором третье веко невозможно зафиксировать на глазном яблоке. К основным осложнениям при наложении защитных покрытий относятся: прорезывание швов, воспаление тканей в зоне наложения, отторжение швов, деформация хряща третьего века, спаечные процессы в конъюнктиве третьего века, сращение конъюнктивы третьего века с конъюнктивой верхнего века, прорезывание ткани третьего века, расхождение швов, подвывих или вывих добавочной слёзной железы. Ветеринарному офтальмологу важно не только уметь выполнять эти манипуляции, но и грамотно справляться с возможными осложнениями. Оптимально, чтобы врач отработал технику наложения покрытий до автоматизма, что позволило бы свести к минимуму риск развития побочных явлений.

Ключевые слова: ветеринарная офтальмология, животные, язвы роговицы, защитная блефарорафия, защитная тарзорафия, осложнения

Введение. Защитные покрытия глазного яблока мы условно разделяем на защитную тарзорафию (защитное покрытие на третье веко) и защитную блефарорафию (защитное покрытие из век). Наложение защитных покрытий является важной процедурой, которая выполняется при различных показаниях, к которым относится выпадение глазного яблока, тяжелые язвенные кератиты, после операций на роговице, первичная наследственная эндотелиальная дисфункция и т.д. Наиболее часто в нашей практике мы применяли защитную тарзорафию, так как считаем эту процедуру более эффективной при перечисленных выше патологиях. Однако существуют ситуации, когда по различным причинам мы не можем наложить защитное покрытие из третьего века. В этих случаях мы вынуждены закрывать глаз на веки. К подобного рода ситуациям можно отнести наличие у животного слабо подвижного третьего века (брахиоцефалы - врожденное недоразвитие третьего века), отсутствие третьего века (если было произведено его удаление или врожденная аномалия), при тяжелом проптозе глазного яблока если третье веко невозможно натянуть на глазную поверхность и т.д.

Для наложения обоих видов защитных покрытий не требуется специализированное оборудование и инструмент, поэтому данная процедура может быть выполнена врачом даже в полевых условиях при наличии необходимых знаний по анатомии зрительного анализатора и хирургических навыков. Помимо того, что важно знать показания к наложению покрытий и технические аспекты данной процедуры, но также понимать и уметь избегать осложнений, которые могут возникнуть при проведении подобной манипуляции.

Материал и методы исследований. Материалом для исследований послужили беспородные собаки (n=11) и беспородные кошки (n=17) с поражениями глаз, поступившие для лечения в Воронежский ветеринарный госпиталь № 1. Для наложения защитного покрытия необходимы иглодержатель, атравматичный пинцет, ножницы, кусочек трубочки системы от капельницы, игла от шприца на 2 мл, нить полипропилен 4-0 и нить полипропилен 5-0, 0,2 % водный раствор бетадина для промывания глазной поверхности, 10,0 % водный концентрат бетадина для обработки кожи верхнего века, инокаин 0,4% для местной анестезии конъюнктивы. Наблюдения за оперированными животными осуществлялось в течение 21 суток.

Основные осложнения после наложения защитной блефарорафии

Длительное наблюдение за пациентами показало возможность возникновения следующих осложнений после проведения защитной блефарорафи:

- прорезание нитей. Данное осложнение возникает если используется толстый шовный материал, который прорывает веко. Патология возникает в случае наложение шва слишком близко к маргинальному ребру века;
- локальное воспаление тканей в месте наложения защитного покрытия. Такое осложнение возникает в случае применения рассасывающегося шовного материала. Именно поэтому важно использовать полипропилен-нить: она является инертной и не вызывает воспаление, в то время как рассасывающийся шовный материал дает асептическое воспаление;
- повреждение роговицы. Подобное осложнение возникает в случаях некорректного наложения швов: когда нить проходит не в толще века через протоки мейбомиевых желез;
- отторжение швов. Данное осложнение возникает в случаях недостаточно тщательной обработки швов владельцами животных в послеоперационный период: когда на веки и швы попадает экссудат и происходит контаминация поврежденного века. Дополнительно в зоне риска глаза в тех случаях, когда покрытия накладываются рассасывающимся шовным материалом, так как он обладает фитильными свойствами.

Основные осложнения после наложения защитной тарзорафии

Наложение защитной тарзорафии собакам и кошкам в единичных случаях сопровождается рядом осложнений. Как показали наши исследования они следующие:

- воспаление вокруг трубки и под трубкой, которое может привести к сквозной перфорации кожи верхнего века. Для того, чтобы минимизировать данное осложнение необходимо объяснить владельцу животного важность тщательной обработки защитного покрытия. Важно не просто «протирать» область наложения защитного покрытия марлевой салфеткой или ватным диском, смоченным водным раствором бетадина в концентрации 0,2 %, а обильно промывать с захватом век подкладывая марлевую салфетку под нижнее веко.

Используемая для тарзорафии трубочка должна быть орошена обильно со всех сторон для удаления засохшей сукровицы и выделений. В дальнейшем необходимо влажной марлевой салфеткой или ватным диском дополнительно очистить всю кожу вокруг защитного покрытия. После тщательной очистки трубочки кожа век вокруг осушается салфеткой и смазывается Эпидерил гелем 1,0 % в чередовании с лубликантом на основе дексапантенола, хондроитина сульфата и гиалуроновой кислоты (Рекавери гель). Обработку трубочки необходимо производить 2-4 раза в день до снятия защитного покрытия и в течение еще 7 дней после снятия швов. Такой режим тщательных обработок позволяет обеспечить сохранность защитного покрытия и кожи век под трубкой и вокруг нее;



Рисунок 1 – Сращение конъюнктивы верхнего века с конъюнктивой третьего века при наложении защитной тарзорафии у собаки (фото Соломахиной, Л. А.)



Рисунок 2 – Сращение конъюнктивы верхнего века с конъюнктивой третьего века при наложении защитной тарзорафии у собаки (фото Соломахиной, Л. А.)

- воспаление конъюнктивы третьего века. Данного рода осложнение возникает если покрытие не снимается в течение более 2-3 недель: здесь требуется противовоспалительной терапии;
- прорезание нитей. Такое осложнение возникает в случаях, если у животного тонкое или малоподвижное третье веко, или же если изначально было некорректно наложено защитное покрытие и нити прошли не под хрящом, а рядом с ним. Кроме того, данная патология может быть обусловлена применением тонкого шовного материала;
- залом хряща третьего века. Данное осложнение возникает у собак с широкой вертикальной ножкой Т-образного хряща третьего века или же при некорректном наложении защитного покрытия. Это осложнение является временным: залом хряща расправляется либо сразу при помощи ватной палочки и лубриканта, или же проходит самостоятельно в течение недели после снятия защитного покрытия;
- спаечный процесс в области конъюнктивы третьего века. Спайки конъюнктивы после снятия защитного покрытия обычно легко разъединяются ватной палочкой под местным обезболиванием;



Рисунок 3 – Прорезание нити и воспаление кожи верхнего века при наложении защитной тарзорафии у собаки (фото Соломахиной, Л. А.).



Рисунок 4 – Воспаление кожи верхнего века и конъюнктивы третьего века при наложении защитной тарзорафии у собаки (фото Соломахиной, Л. А.).

- сращение конъюнктивы третьего века и конъюнктивы верхнего века (Рисунок 3, 4). Подобного рода спаечный процесс возникает в двух случаях: во-первых, это происходит

когда защитное покрытие стоит более 2-3 недель; во-вторых, - если защитное покрытие накладывалось с сильно выраженным воспалением конъюнктивы, в особенности при герпесвирусной инфекции кошек 1 типа с предрасположенностью к симблефарону. В данном случае спаечный процесс может быть довольно стойкий;

- прорезание третьего века. Данное осложнение может возникнуть если врач наложил швы довольно близко к свободной части третьего века и использовал более толстый шовный материал. Для большинства животных для наложения защитной тарзорафии мы используем полипропилен 4-0, а полипропилен 5-0 используем только для маленьких котят и щенков;

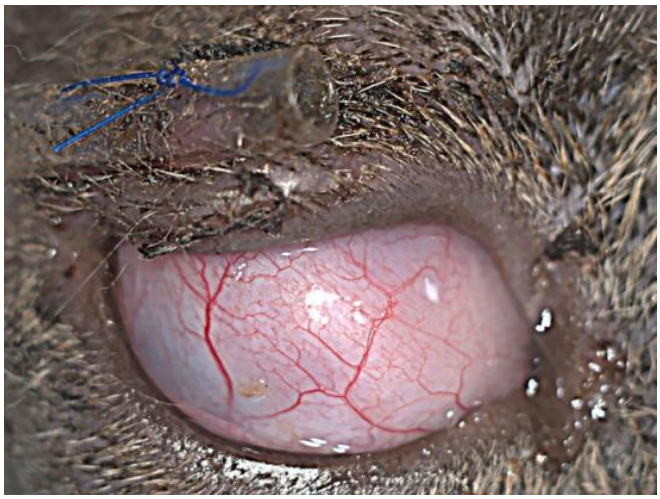


Рисунок 5 – Воспаление верхнего века из-за недостаточно тщательной обработки швов владельцами при наложении защитной тарзорафии у кошки (фото-Соломахиной, Л. А.).

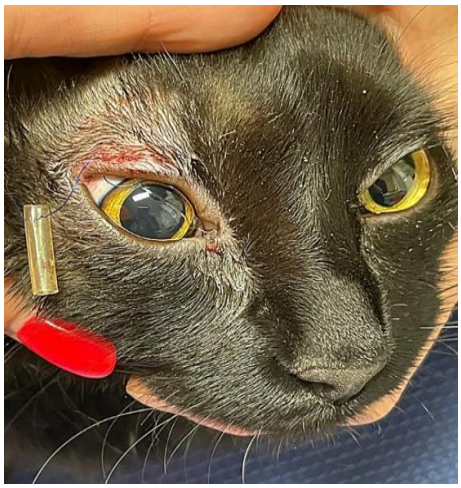


Рисунок 6 – Расхождение швов после наложения защитной тарзорафии у кошки из-за того, что владельцы сняли защитный воротник (фото Соломахиной, Л. А.).

- расхождение швов. Такое осложнение возникает, если владелец снял с животного защитный воротник и животное расчесало глаз. Подобная ситуация может возникнуть в случае, если врач недостаточно плотно затянул швы.
- подвывих/вывих слезной железы третьего века. Подобного рода осложнение может возникнуть в случае, если у животного уже был подвывих железы, или же если врач наложил защитное покрытие очень низко, то есть близко к основанию третьего века.

Выводы. В практике ветеринарного врача-офтальмолога важно не просто уметь выполнить ту или иную процедуру, но также знать и уметь решать основные проблемы, вызванные различного рода осложнениями, связанными с данной манипуляцией. Необходимо отработать технику наложения защитных покрытий так, чтобы была возможность предотвратить или минимизировать возможные осложнения.

Литература

1. Gelatt, K. N. Essentials of Veterinary ophthalmology. 3th ed. Willey-Blackwell. 2014.
2. Ophthalmology for the Veterinary Practitioner / F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé, W. Neumann, B. Spiess. Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH&Co. Germany, 2007.
3. Petersen, J. S., Crispin, S. BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology. BSAVA.Spain, 2002.
4. Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
5. Veterinary Ocular Pathology a comparative review / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China, 2010.

6. Veterinary ophthalmology / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
7. Veterinary ophthalmology / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. – 6th ed.
8. Соломахина, Л. А. Защитные покрытия глазного яблока / Л.А. Соломахина // Ветеринарная клиника. – 2020. – № 2 (215). – С. 24-28.
9. Зеленевский, Н. В. Анатомия животных : учебное пособие для вузов / Н. В. Зеленевский, К. Н. Зеленевский. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 848 с.
10. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура на латинском и русском языках : справочник / перевод и русская терминология Н. В. Зеленевского. – 5-я ред. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 400 с.

УДК 631.3 (631.173): 633.31/.37

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОРМОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Нестерова М. А. – магистрант 1 курса института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Емелев С. А., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается внедрение инновационных методик, направленных на совершенствование технологий возделывания кормовых бобовых, включая такие важнейшие культуры, как клевер, люцерна и кормовой горох, с акцентом на принципы прецизионного земледелия. В статье раскрыты основные компоненты инновационной системы, в частности, комплексное мониторирование посевов с использованием данных дистанционного зондирования и почвенных сенсоров. Для рационального и максимально точного внесения ресурсов решающую роль играют машины и агрегаты высокой точности. Полученные теоретические данные служат базой для развития интеллектуальных агротехнологических платформ нового поколения, способных обеспечивать максимально точную регуляцию жизнедеятельности растений в условиях повышенной изменчивости факторов внешней среды.

Ключевые слова: точное земледелие, кормовые бобовые культуры, дистанционное зондирование, вегетационный индекс, ресурсоэффективность, агроценоз

Повышение эффективности производства кормовых бобовых культур в современных реалиях невозможно без системной интеграции трёх фундаментальных ресурсов: человеческого, технико-технологического и генетического. Квалифицированные кадры - агрономы-технологи, специализирующиеся на точном земледелии и физиологии растений, - выступают связующим звеном, обеспечивающим осмысленное внедрение инноваций. Их экспертиза позволяет не просто использовать технику, а управлять сложными агросистемами. Вторым столпом является модернизация материально-технической базы через внедрение современной ресурсосберегающей техники и технологий. Для бобовых культур это означает применение сеялок с дифференцированным высевом и точным размещением семян на глубину, использование систем спутникового позиционирования (GPS/GLONASS) для параллельного вождения и картирования, а также технологий переменного нормирования внесения минеральных удобрений и средств защиты растений. [3]

Высокая агротехническая и кормовая эффективность бобовых культур тесно связана с их биологическими характеристиками. Так, многолетняя люцерна отличается устойчивостью к засухе благодаря глубоко проникающим в почву корням, обеспечивающим доступ к влаге и питательным веществам в нижних слоях. Для её успешного выращивания требуются плодородные почвы с хорошим дренажём и нейтральной либо слабощелочной реакцией.

Красный клевер, напротив, ценится за приспособленность к умеренному влажному климату, но он более чувствителен к холодам и кислым почвам. Соя нуждается в тёплом климате и большом количестве солнечного света, а также в длительном вегетационном периоде с достаточным тепловым ресурсом для полноценного формирования плодов. Холодостойкий кормовой горох, как однолетник с ранним сроком созревания, может высеваться при низких температурах и благодаря этому расширяет время сева в весенний период. Все перечисленные культуры способны образовывать симбиоз с клубеньковыми бактериями рода Rhizobium, которые эффективно фиксируют атмосферный азот, уменьшая затраты на азотные удобрения и одновременно улучшая плодородие почвы. Для активного функционирования азотфиксирующих бактерий на почве необходимы молибден и бор, а также оптимальная кислотность почвенного раствора [1-6].

Традиционная оценка потребностей растений, основанная на визуальных объездах полей и отборе почвенных или растительных проб, требует нескольких дней на сбор, анализ и интерпретацию. Для таких критичных процессов, как диагностика дефицита элементов питания, начало вспышки заболеваний или водный стресс, это время может оказаться недопустимо большим, приводя к значительному снижению фотосинтетической активности и продуктивности. Решением данного вызова выступает опосредованный метод - дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ). Использование мультиспектральных и гиперспектральных снимков с беспилотных летательных аппаратов или спутников позволяет в режиме, близком к реальному времени, получать объективные данные по ключевым вегетационным индексам (например, NDVI, NDRE) для каждого участка поля. Эти индексы служат индикаторами здоровья биомассы, уровня хлорофилла, азотного статуса и равномерности развития посевов [2,5].

Концепция точного земледелия использует пространственно-временную неоднородность параметров полей и предусматривает дифференцированный подход к их обработке и выращиванию культур. Системы спутникового позиционирования (GPS/ГЛОНАСС) обеспечивают фиксацию операций и данных с высокой географической точностью. Сопоставление электронных карт, сформированных на основе рельефа, гранулометрического состава, агрохимической и влажностной диагностики почв, биомассы и урожайности, позволяет строить модели оптимального ведения хозяйства. На основе анализа таких данных формируют задания для сельхозмашин с системами переменного нормирования (VRT), которые в реальном времени изменяют нормы высева, дозы удобрений и средств защиты растений, режимы орошения, что позволяет сокращать расход ресурсов и снижать нагрузку на окружающую среду [6].

Интенсивные технологии кормопроизводства представляют собой комплекс взаимосвязанных агротехнических мероприятий, направленных на получение максимального количества кормовой массы высокого качества с каждого гектара. Основная задача таких технологий состоит в преодолении факторов, ограничивающих рост растений, и полном использовании генетического потенциала культур. К числу приоритетных мероприятий относятся применение высокопродуктивных сортов и гибридов, комплексная система макро- и микроудобрений, основанная на результатах почвенной и растительной диагностики, интегрированная защита растений от сорняков, болезней и вредителей, а также оптимизация режима орошения. Точное соблюдение сроков и технологий посева и уборки, например, уборка кормовых бобовых в фазу бутонизации – начала цветения, обеспечивает максимальное содержание протеина и улучшенную переваримость кормов. Таким образом, применение интенсивных технологий кормопроизводства наряду с повышением урожайности значительно улучшает качественные показатели кормов – содержание протеина, клетчатки, а также энергию [1].

В России опыт внедрения систем точного земледелия на бобовых культурах пока ограничивается выполнением экспериментальных проектов, преимущественно пилотных, и сосредоточен в основном в агрохолдингах крупного масштаба. Особенно подробно разработаны технологии дифференцированного внесения фосфорных и калийных удобрений,

основанные на использовании агрохимических карт, а также технологии прецизионного высева. На практике масштабное внедрение этих методик значительно сдерживается из-за высокой стоимости стартового оборудования и программного обеспечения, а также нехватки кадров с необходимой квалификацией. За рубежом системы точного земледелия используют значительно шире, интегрируя их в повседневное производство, особенно в странах Северной Америки, Западной Европы и Бразилии. Там широко применяются спутниковые данные дистанционного зондирования и сенсорные системы сельхозтехники, что позволяет оперативно контролировать состояние посевов. Зарубежный опыт показывает эффективность использования дифференцированного внесения инокулянтов и микроэлементов, жизненно важных для азотфиксирующих бактерий, а также точечной гербицидной обработки согласно картам степени засорённости поля. Использование таких технологий способствует экономии ресурсов, повышению урожайности и устойчивому ведению растениеводства. Для России актуальна задача адаптации лучших мировых цифровых алгоритмов точного земледелия с учётом российской специфики климатических и почвенных условий, а также экономических факторов с целью повышения эффективности кормопроизводства. Немаловажным этапом внедрения точных технологий для бобовых остаётся проведение детального агрохимического обследования почв. Сбор проб осуществляется по координатной сетке, что даёт возможность пространственно-аналитической обработки. В лаборатории определяют содержание главных элементов питания: азота, фосфора, калия, а также гумуса, микроэлементов и показатели кислотности (pH). По результатам лабораторного анализа, привязанного к географическим координатам GPS, с помощью специализированных геоинформационных систем выполняется интерполяция, которая служит основой для построения электронной почвенной карты плодородия. На этих картах отражается распределение основных элементов по площади, выявляются зоны дефицита или избытка питательных веществ, что создаёт визуальную картину внутриполевой неоднородности почвенного покрова и помогает оптимизировать агротехнологические операции на уровне учета пёстроты почвы [5].

Таблица 1 – Условный пример пространственной вариабельности агрохимических показателей в пределах одного поля под посев люцерны (площадь 50 га)

Зона поля (ID)	Площадь, га	Содержание P_2O_5, мг/кг	Содержание K_2O, мг/кг	pH (KCl)
A	12.5	85 (низкое)	210 (оптимальное)	6.8
B	25.0	145 (оптимальное)	180 (пониженное)	7.1
C	7.5	190 (повышенное)	310 (повышенное)	6.9
D	5.0	120 (среднее)	155 (низкое)	6.5

Данные, рассмотренные в исследовании, чётко демонстрируют непостоянство в распределении калия и фосфора в пределах поля, что связано с химическими и почвенными особенностями. При этом удобрения, вносимые в стандартных дозах как среднее значение по полю, оказываются малоэффективными – избыточное внесение в одних участках и недостаточное в других ухудшает общий результат. В зоне А отрицательно сказывается недостаток фосфора, который снижает интенсивность азотфиксации и ограничивает рост корневой системы бобовых культур. В зоне С наблюдается избыток как калия, так и фосфора, что экономически нецелесообразно и экологически опасно при использовании стандартных доз удобрений [2].

Электронные агрохимические карты, отображая неоднородность химического состояния почв в поле, существенно повышают качество управленческих решений. Возможным становится учёт агрохимических характеристик различных зон поля, что создаёт условия для зонального внесения удобрений. Первым этапом внедрения точечного внесения становится составление карт-заданий с переменной нормой для сельхозмашин – такие карты уже применяются современными тракторами и сеялками [6].

Косвенный учёт состояния кормового травостоя из бобовых осуществляют с помощью индексов вегетации, которые рассчитывают по спутниковым и беспилотным

мультиспектральным данным. Для травянистых многолетних растений, среди которых люцерна и клевер, целесообразно использовать более стабильный индекс EVI. Он меньше зависит от отражения поверхности почвы и атмосферных искажений. Онлайн-наблюдение за состоянием агроценоза позволяет быстро реагировать, поддерживая травостой, своевременно вносить удобрения и организовывать полив [4].

Таблица 2 – Интерпретация значений вегетационного индекса NDVI для посева люцерны второго года пользования в фазу бутонизации

Значение NDVI	Визуальная оценка (по снимку)	Потенциальные причины состояния	Рекомендуемое действие
0.75 – 0.85	Однородный густой травостой	Оптимальное развитие	Мониторинг
0.60 – 0.74	Неравномерная плотность	Дефицит влаги или питания, начинающееся поражение вредителями	Диагностика, отбор проб для анализа
0.40 – 0.59	Пятнистость, изреженность	Сильный стресс (водный, питательный), очаги болезней, повреждение зимой	Срочное обследование, планирование точечных мероприятий
< 0.40	Проплешины, гибель растений	Локальное вымокание, очаги опасных болезней (фузариоз), критический дефицит pH	Картирование проблемных зон для радикальных мер (известкование, перезалужение)

Вегетационные индексы представляют собой эффективный инструмент, с помощью которого специалисты быстро диагностируют состояние растительности. Они позволяют не только выявлять неоднородность травяного покрова, но и оценивать его количественно, а также выявлять конкретные очаги дефицитов. Места с наивысшими значениями NDVI совпадают с участками, характеризующимися максимальной продуктивностью, а низкие показатели свидетельствуют о необходимости срочных агротехнических мероприятий на проблемных территориях. С использованием данных индексов агрономы оперативно осуществляют дистанционный мониторинг больших площадей, сосредотачивая полевые работы на зонах с выявленными дефицитами. Таким образом, включение в систему управления посевами сведений NDVI/EVI существенно расширяет потенциал динамического контроля за состоянием растений [1].

Применение NDVI/EVI открывает возможность контролировать отрастание люцерны после скашивания, анализировать результаты перезимовки и выявлять начинающиеся очаги поражения сорняками и болезнями задолго до их визуального проявления. Это позволяет своевременно предпринимать меры по применению средств защиты растений и управлению плодородием на превентивной основе, минимизируя риски потери урожая и ухудшения качества кормов. В агроэкосистемах бобовых, где принцип интегрированной борьбы имеет первостепенное значение, дистанционное зондирование Земли выступает как ключевой источник целенаправленных сведений, способных выявлять на ранних стадиях био-стрессы [3].

Путём оценки спектральных изменений отражательной способности растительных сообществ, зарегистрированных мульти- и гиперспектральной съемкой, появляется возможность дифференцировать агрессивно распространяющиеся сорняки по спектральным признакам и локально воздействовать на них. Диагностика грибковых заболеваний базируется на изменениях в ближнем инфракрасном диапазоне. Раннее обнаружение очагов поражения препятствует их распространению на всю площадь, что особенно важно для многолетних бобовых культур, где механические методы воздействия ограничены. Использование дистанционного мониторинга растительных сообществ способствует значительному снижению объёмов применяемых химпрепаратов, уменьшению экономических затрат и снижению технологической нагрузки на агроценоз [7].

Итак, использование дистанционного зондирования Земли значительно оптимизирует обработку почвы, что не только помогает экономить финансовые средства, но и способствует укреплению экологической устойчивости агротехнологий. Уменьшение пестицидной нагрузки благотворно влияет на сохранение популяций энтомофагов и опылителей, ключевых для здоровья бобовых культур. Кроме того, минимальное применение химикатов способствует сохранению травостоя в биологически здоровом состоянии и значительно улучшает качество кормов, как с точки зрения безопасности, так и по питательной ценности зеленой массы и сенажа.

Крайне важно внедрение инновационных точных технологий земледелия при культивации кормовых бобовых культур, таких как горох, соя, клевер, люцерна и другие. Применение таких технологий обеспечивает не только высокую продуктивность, но и экологическую устойчивость посевов. Производительность бобовых напрямую увязана с использованием инновационных методов, поскольку точные технологии позволяют оптимизировать систему агрозащиты и снизить химическую нагрузку, что влечёт улучшение состояния почвы и растительного покрова. В итоге, именно инновационные технологии точного земледелия закладывают основу устойчивого развития кормовых культур, выступающего гарантом экологической безопасности и экономической эффективности аграрного производства.

Литература

1. Бугаева, М. В. Биолого-хозяйственная оценка однолетних бобовых кормовых культур при возделывании на кормовую продуктивность в условиях Шебалинской подзоны Республики Алтай / М. В. Бугаева // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий : материалы VIII-й Международной научно-практической конференции, посвященной Году науки и технологий в России, 265-летию присоединения алтайского народа в состав Российского государства и 30-летию образования Республики Алтай. – Горно-Алтайск : Горно-Алтайский государственный университет, 2021. – С. 6-10.

2. Датиева, И. А. Технология возделывания однолетнего вида клевера александрийского (Trifolium alexandrinum) / И. А. Датиева // Научная жизнь. – 2021. – Т. 16, № 6 (118). – С. 690-700.

3. Емелев, С. А. Применение статистических методов для анализа результатов полевых опытов / С. А. Емелев, Е. С. Лыбенко, И. В. Маракулина // Цифровая экономика и управление знаниями: проблемы и перспективы развития : сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ и 60-летию создания экономического факультета. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 57-61.

4. К вопросу о валидации метода определения активности алт / Е. Н. Калинина, М. В. Карпова, А. В. Дробкова, Е. Ю. Савиных // Трансфузиология. – 2009. – Т. 10, № 1-2. – С. 36-37.

5. Патент № 2847350 C1 Российская Федерация, МПК A01H 4/00. Способ получения оздоровленного посадочного материала земляники садовой ремонтантной методом микроклонирования: заявл. 02.09.2024: опубл. 03.10.2025 / П. С. Тимшина, Е. Ю. Савиных, Д. Е. Яговкина ; заявитель ФГБОУ ВО "Вятский государственный агротехнологический университет".

6. Сабанова, А. А. Продуктивность и средообразующая роль традиционных и нетрадиционных кормовых культур в Центральном Предкавказье : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук : специальность 06.01.01 / Сабанова Альбина Арсеновна. – Владикавказ, 2022. – 410 с.

7. Сепиханов, А. Г. Продуктивность озимых промежуточных культур при возделывании на зеленый корм в условиях орошения / А. Г. Сепиханов, Б. И. Казбеков // Известия Дагестанского ГАУ. – 2020. – № 1 (5). – С. 97-99.

УДК 631.41:631.42

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНУТРИПОЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СИСТЕМЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Пакичев А. С.[1] – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Фомин Дм. С.[2] – научный сотрудник
Фомин Д. С.[1,2] – старший научный сотрудник, канд.с.-х. наук, доцент
[1]ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия
[2]Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН, с. Лобаново, Пермский край, Россия

Аннотация. В статье рассмотрена взаимосвязь электропроводности почвы (EC) с основными агрохимическими показателями – кислотностью (pH), содержанием органического вещества, подвижными формами фосфора и калия, а также с влажностью и гранулометрическим составом. Показано, что электропроводность является интегральным параметром, позволяющим выявлять пространственную неоднородность почвенного покрова. Особое внимание уделено использованию EC для оптимизации сети отбора проб при агрохимическом обследовании и выделения зон дифференцированного управления (management zones) в системах точного земледелия. Проанализированы современные исследования за период 2015–2025 гг., демонстрирующие корреляционные связи между EC и ключевыми свойствами почв. Обоснована перспективность использования методов электрометрии (электромагнитной индукции и контактного зондирования) для картографирования пространственной изменчивости почвы.

Ключевые слова: электропроводность почвы, точное земледелие, зоны управления, агрохимические показатели, пространственная неоднородность, pH почвы, органическое вещество, гранулометрический состав, электромагнитная индукция, картографирование почв

Введение

Основным высокоэффективным методом производства растениеводческой продукции в мировом земледелии признано точное земледелие, базирующееся на дифференцированном внесении удобрений с учётом внутрипольной изменчивости почвенного плодородия [4, 9, 15]. Практикуемые в почвоведении и агрохимии методы традиционного картографирования не вполне отвечают задачам точного земледелия, поскольку усредняют показатели в пределах выделов и не всегда отражают реальную вариабельность [3, 11].

В этой связи особую актуальность приобретают экспресс-методы диагностики почвенных свойств, позволяющие с высокой детальностью оценить пространственную изменчивость агрохимических показателей. Среди них особое место занимает измерение электропроводности почвы (EC), которое рассматривается как перспективный инструмент для выделения гетерогенности таких параметров, как гранулометрический состав, влажность, содержание органического вещества, ёмкость катионного обмена (ЕКО) и степень засоления [5, 12, 14].

История изучения электропроводности почв насчитывает более ста лет. Ещё в 1900 году К.К. Гедройц опубликовал работу о методе электропроводности для изучения концентрации солей в почве [2]. В последующие годы значительный вклад в развитие электрофизических методов исследования почв внесли А.Ф. Вадюнина, А.И. Поздняков, А.В. Смагин и другие учёные [1, 8, 13].

В последнее десятилетие интерес к использованию методов электропроводности в России значительно возрос, что обусловлено современными тенденциями развития экспресс-методов в точном земледелии [6, 7, 10].

Цель – обобщить современные данные о взаимосвязи электропроводности с ключевыми агрохимическими показателями почвы и оценить потенциал применения измерений EC для выявления границ неоднородности (зон управления) в системе точного земледелия.

Методика исследования, рассмотрены рецензируемые статьи, содержащие экспериментальные данные по агрохимическим показателям почв, опубликованные преимущественно в период 2015–2025 годов. Проанализированы работы, в которых исследовалась корреляционная связь между электропроводностью и такими показателями, как pH, содержание органического вещества (гумуса), подвижные формы фосфора и калия, влажность, гранулометрический состав, ёмкость катионного обмена.

Рассмотрены различные методы измерения электропроводности: лабораторный кондуктометрический анализ водных вытяжек, полевые измерения методом электромагнитной индукции (приборы EM38, EM38-MK2), вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ), горизонтальное электрическое профилирование (ГЭП), а также мобильные контактные сенсорные системы (например, Veris) для агрегированного измерения электропроводности [11, 16, 18].

Результаты исследований

Электропроводность почвы (EC) или обратно пропорциональная ей величина – электрическое сопротивление (ER) – являются постоянными характеристиками вещества [13]. Исторически сложилось, что исследователи Западной Европы и США преимущественно измеряют электропроводность, а в России и странах бывшего СНГ – сопротивление, однако оба подхода равноценны, поскольку параметры связаны математически [8].

Многочисленными исследованиями установлено, что величина электрических параметров позволяет оценить свойства почв, определяющие количество носителей электричества: гранулометрический состав, ёмкость катионного обмена, содержание гумуса, влажность и степень засоления [13, 19]. Разные почвы имеют различную электропроводность: песок характеризуется низкой проводимостью, суглинки – средней, глина – высокой [20].

А.И. Поздняков, исследовав почвы основных генетических типов, пришёл к выводу, что электрическое сопротивление характеризует сорбционные и диффузионные свойства почвенных горизонтов и косвенно определяется типом ландшафта [8].

В работах последних лет подчёркивается, что электропроводность является сложным показателем, интерпретация которого требует знаний и опыта; без накопленных агрохимических данных (калибровки) наблюдения EC не имеют большой ценности для принятия агротехнических решений [7, 17].

Кислотность почвы (pH) и её электропроводность находятся в тесной взаимосвязи, что подтверждается многочисленными исследованиями. Механизм связи обусловлен влиянием ионов водорода (H^2) и гидроксильных ионов (OH^-) на способность почвы проводить электрический ток. В исследовании Сёминой Н.И. и Долгова Е.Ю. на примере чернозёмных почв выявлена значимая положительная корреляция (r = 0,74–0,84) между щёлочностью почвы и её электропроводностью. Стоит отметить, что продуктивность культуры демонстрировала обратную зависимость от этих показателей: максимальные урожаи получены при нейтральной реакции среды и пониженной EC [14]. Енчилик П.Р. с соавторами установили, что в почвах лёгкого гранулометрического состава корреляция между этими показателями может отсутствовать, что подтверждает влияние гранулометрии на взаимосвязь кислотности и электропроводности [3]. В зарубежных исследованиях последних лет также подтверждается опосредованная корреляция между pH и ECa в комплексе с другими свойствами [21].

Прямого влияния электропроводности на содержание органического вещества в почве не установлено из-за диэлектрических свойств последнего [5]. Однако органическое вещество влияет на EC косвенно – через воздействие на структуру почвы, влагоудерживающую способность и ЕКО. В исследовании Жукова А.В. с соавторами установлена тесная корреляция EC с содержанием гумуса в технозёмах [7]. Кондрашкин Б.Е. с соавторами также выявили зависимость удельного электрического сопротивления от содержания органического вещества в агросерых почвах [5].

Содержание подвижного фосфора и калия в почве связано с её электропроводностью через влияние на концентрацию ионов в почвенном растворе. Насирова А.И. с соавторами изучали пространственную изменчивость EC почвы вдоль Кура-Араксинской низменности. В

ходе исследования установлена умеренная корреляция между электропроводностью почвы и содержанием катиона калия (K^+) – коэффициент составил 0,69. При этом наиболее сильная связь выявлена для ионов Na^+ (r = 0,78) и Cl^- (r = 0,88) [6]. Исследования на цитрусовых плантациях в Калифорнии (2025) продемонстрировали высокую эффективность ЕС для картирования гранулометрического состава, с которым тесно связано содержание подвижных форм элементов питания [22].

Одним из ключевых факторов, определяющих электропроводность почвы является влажность почвы. А.Ф. Вадюнина в своих экспериментах установила, что измерение ЕС позволяет проводить качественные определения почвенной влаги [1]. Согласно результатам исследований А.В. Смагина с соавторами, зависимость электропроводности от влажности имеет нелинейный характер. При дальнейшем увеличении влагосодержания свыше оптимального наблюдается снижение ЕС, обусловленное эффектом разбавления солей-электролитов [12]. В работе Kulmany I.M. с соавторами (2024) показано, что на полях с гетерогенными топографическими условиями влияние рельефа на перераспределение влаги может модифицировать связь ЕС с другими почвенными свойствами [18].

Наиболее тесно коррелирует с электропроводностью гранулометрический состав почвы. Глинистые минералы повышают ЕКО и удерживают ионы, что увеличивает электропроводность. Так, например, исследования De Feudis C. с соавторами (2025) на десяти опытных полях в Северной Италии показали, что ECa коррелирует преимущественно с текстурными параметрами почвы, а на основе карт ЕС возможен отбор ограниченного числа проб, репрезентативно представляющих внутрипольную вариабельность [16]. В работе, интегрирующей данные Sentinel-2, электромагнитной индукции и лабораторных анализов (2025), установлена сильная корреляция между кажущейся электропроводностью и индексом глины ($R^2 = 0,76$) [21].

Одним из преимуществ электрометрии заключается в быстром получении информации, простоте и удобстве работы, отсутствии необходимости сложного оборудования [10]. Современные мобильные устройства (контактные и бесконтактные) позволяют строить картограммы ЕС полей с высоким разрешением, проводя послойное измерение до глубины 1,5 метров, что даёт возможность выявлять неоднородность почвенного покрова, которая часто не видна при традиционных обследованиях [4, 11, 20].

Ключевым преимуществом использования ЕС является возможность выделения зон продуктивности – это участков поля с относительно однородными условиями, в пределах которых экономически целесообразно применять единые агротехнологические нормы [9, 17, 19]. Исследователями разработаны подходы к использованию данных ЕС для дифференцированного применения удобрений, мелиорантов и посева [7, 15].

Картирование ЕС позволяет существенно сократить число анализируемых проб, необходимых для полной характеристики пространственной изменчивости почвенного плодородия. На основе предварительного картографирования ЕС можно оптимизировать сеть отбора проб, выбирая точки, репрезентативные для различных зон варьирования свойств, что снижает затраты на лабораторные анализы без потери качества информации [16, 19].

Однако важно отметить, что измерение ЕС не заменяет определение агрохимических свойств классическими методами, а служит основой для интеллектуального пробоотбора и интерполяции данных между точками опробования [11]. В зарубежных исследованиях последних лет активно развиваются методы data fusion, объединяющие данные ЕС с результатами дистанционного зондирования и гамма-спектрометрии для повышения точности картографирования почвенных свойств [21].

Таким образом, электропроводность почвы является интегральным показателем, коррелирующим с комплексом агрохимических свойств: кислотностью, содержанием органического вещества (опосредованно), подвижными формами калия и ёмкостью катионного обмена, а также влажностью и гранулометрическим составом. Наиболее тесные связи наблюдаются со структурными характеристиками почвы и содержанием основных катионов.

Современные исследования подтверждают высокий потенциал использования методов электрометрии для выявления пространственной неоднородности агрохимических показателей и выделения границ управления в системе точного земледелия. Дальнейшее применение методов электропроводности в практике требует учёта ограничивающих факторов – влажности, температуры, рельефа, а на участках со сложными условиями необходима дополнительная калибровка с использованием традиционных методов почвенных обследований. Интеграция данных ЕС с другими видами дистанционной и наземной диагностики является наиболее перспективным направлением развития точного земледелия.

Литература

1. Вадюнина, А. Ф. Электропроводность как метод изучения свойств почв / А. Ф. Вадюнина // Почвоведение. – 1971. – № 12. – С. 98-106.
2. Гедройц, К. К. О методе электропроводности для изучения концентрации солей в почвенных растворах / К. К. Гедройц // Известия Московского сельскохозяйственного института. – 1900. – Кн. 4. – С. 35-48.
3. Енчилик, П. Р. Зависимость электропроводности от кислотности и гранулометрического состава почв / П. Р. Енчилик, Т. В. Бубнова, Е. Н. Дрозд // Агрофизика. – 2018. – № 4. – С. 28-34.
4. Захарян, Ю. Г. Применение электромагнитной индукции для картографирования почв в точном земледелии / Ю. Г. Захарян, Г. Г. Асланян, Р. С. Петросян // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 6. – С. 32-36.
5. Кондрашкин, Б. Е. Оценка пространственной вариабельности агросерых почв методом электрометрии / Б. Е. Кондрашкин, И. И. Васенев, М. А. Мазиров // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3. – С. 23-35.
6. Насирова, А. И. Пространственная изменчивость электропроводности и её связь с ионным составом почв / А. И. Насирова, Г. А. Мамедова, З. Г. Алиев // Аридные экосистемы. – 2021. – Т. 27, № 2 (87). – С. 72-79.
7. Жуков, А. В. Оценка пространственной изменчивости эдафических свойств техноземов по данным электропроводности / А. В. Жуков, Г. А. Задорожная, Е. В. Андрусевич // Вісник ХНАУ. Серія «Ґрунтознавство». – 2020. – № 1. – С. 45-55.
8. Поздняков, А. И. Электрические параметры почв и почвообразование / А. И. Поздняков // Почвоведение. – 2008. – № 10. – С. 1198-1205.
9. Сапрыкин, Д. В. Точное земледелие: дифференцированное внесение удобрений на основе цифровых карт / Д. В. Сапрыкин, Р. А. Афанасьев // Плодородие. – 2021. – № 5 (122). – С. 43-48.
10. Сизов, А. П. Современные методы экспресс-диагностики почв для задач точного земледелия / А. П. Сизов, М. В. Беличенко, Е. Ю. Долгов // Агрохимический вестник. – 2023. – № 2. – С. 15-21.
11. Смагин, А. В. Электропроводность почв как индикатор их состояния / А. В. Смагин, Н. Б. Садовникова, М. В. Смагина // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2017. – Т. 13, № 1. – С. 4-16.
12. Смагин, А. В. Влияние влажности на электропроводность почв / А. В. Смагин, Н. Б. Садовникова, М. А. Смирнова // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 2020. – № 4. – С. 23-31.
13. Смагин, А. В. Теория и практика электропроводности почв / А. В. Смагин. – Москва : Изд-во МГУ, 2012. – 320 с.
14. Сёмина, Н. И. Электропроводность черноземов и продуктивность подсолнечника / Н. И. Сёмина, Е. Ю. Долгов // Агрохимия. – 2022. – № 8. – С. 56-63.
15. Якушев, В. П. Точное земледелие: теория и практика / В. П. Якушев, В. В. Якушев. – Санкт-петербург : АФИ, 2016. – 364 с.

16. De Feudis, C. ECa-directed soil sampling for precision agriculture: A case study in Northern Italy / C. De Feudis, G. Falsone, L. Vittori Antisari // Precision Agriculture. – 2025. – Vol. 26. – P. 101-118.
17. Corwin, D. L. Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture / D. L. Corwin, S. M. Lesch // Computers and Electronics in Agriculture. – 2005. – Vol. 46, Iss. 1–3. – P. 11-43.
18. Challenges in mapping soil variability using apparent soil electrical conductivity under heterogeneous topographic conditions / I. M. Kulmany, L. Bede, D. Stencinger [et al.] // Agronomy. – 2024. – Vol. 14, Iss. 6. – P. 1161.
19. Heil, K. Comparison of the EM38 and EM38-MK2 electromagnetic induction-based sensors for spatial soil analysis at field scale / K. Heil, U. Schmidhalter // Computers and Electronics in Agriculture. – 2014. – Vol. 110(1). – P. 267-280.
20. Doolittle, J. A. The use of electromagnetic induction techniques in soils studies / J. A. Doolittle, E. C. Brevik // Geoderma. – 2014. – Vol. 223-225. – P. 33-45.
21. Ulloa Galeano, S. S. Fusion of Sentinel-2 data and electromagnetic induction for digital soil mapping in the Colombian Plateau / S. S. Ulloa Galeano, V. M. Rodriguez, D. A. Gomez // Remote Sensing. – 2025. – Vol. 17 (2). – P. 215.
22. Zhang, Q. Soil texture mapping in California citrus orchards using apparent electrical conductivity / Q. Zhang, H. Li, A. T. O'Geen // Computers and Electronics in Agriculture. – 2025. – Vol. 230. – P. 109845.

УДК 636.085.52

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ КОНСЕРВАНТОВ НА ОСНОВЕ КИСЛОТ ПРИ СИЛОСОВАНИИ КОРМОВ

Пилип Л. В. – канд. ветеринар. наук, доцент
Усатова Н. И. – старший преподаватель
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ применения химических консервантов на основе кислот при силосовании кормов. Рассмотрены химические консерванты из неорганических (серная, соляная) и органических (муравьиная, пропионовая, уксусная, бензойная) кислот, а также их соли. Проанализированы механизмы антимикробного действия различных кислот, их влияние на процессы ферментации, сохранность питательных веществ и аэробную стабильность силоса.

Ключевые слова: силосование, химические консерванты, органические кислоты, неорганические кислоты, муравьиная кислота, пропионовая кислота, качество силоса

Введение. Силосование остается одним из наиболее эффективных методов заготовки сочных кормов, обеспечивающих максимальную сохранность питательных веществ растений в течение длительного периода [1, 7]. Конечные характеристики силоса определяются двумя главными факторами: режимом хранения и характером протекающих в массе микробиологических процессов [3, 6, 9]. Использование химических консервирующих агентов сокращает утрату биологически активных и питательных компонентов в 3–5 раз, а общий выход готового корма возрастает на 15–20% относительно традиционной технологии без добавок [4, 5, 8]. В сравнении с биопрепаратами химические консерванты выигрывают за счет высокой степени надежности, продолжительного срока годности (около трех лет) и универсальности – они применимы для любых видов кормов. Механизм их работы основан на подавлении дыхательных процессов в силосуемых растениях и угнетении микроорганизмов, присутствующих на их поверхности [2, 5, 11]. Классификация таких веществ включает неорганические и органические кислоты, а также антибактериальные средства.

Цель исследования – изучение результативности применения разных типов кислотных консервантов и их комбинаций при закладке силоса.

Результаты исследования. В современной практике в качестве химических консервантов востребованы органические кислоты: муравьиная, уксусная, пропионовая, бензойная, а также их смеси в варьируемых соотношениях. Их внесение обеспечивает резкое подкисление кормовой среды (снижение pH), что угнетает патогенную микрофлору благодаря выраженному бактерицидному и противогрибковому эффекту. Подобные соединения не обладают негативными побочными действиями для жвачных животных, так как являются естественными продуктами их обмена веществ. Наибольшую действенность демонстрируют многокомпонентные составы, поскольку они одновременно воздействуют на бактерии, дрожжевые и плесневые грибы [5, 12].

Муравьиная кислота (HCOOH) массово используется при консервировании зеленых трав благодаря высокому бактериостатическому действию. При ее внесении задерживается рост гнилостных микроорганизмов и бактерий E. Coli, тогда как молочнокислые бактерии подавляются в меньшей степени. Доза внесения муравьиной кислоты составляет, как правило, 6 кг на 1 т зеленой массы; меньшие дозы не обеспечивают высокого эффекта консервирования, а избыточное количество (более 7 кг на 1 т) способствует снижению поедаемости корма животными. Уксусная кислота (CH3COOH) обладает фунгицидными свойствами, хотя и в меньшей степени, чем пропионовая. Ее консервирующий эффект значительно слабее, что либо снижает качество силоса, либо требует увеличения дозы внесения до 4–6 литров на тонну. Пропионовая кислота (CH3CH2COOH) является одним из наиболее эффективных консервантов для обеспечения аэробной стабильности силоса. Она подавляет развитие грибов и дрожжей, предотвращая нагревание силоса при выемке из хранилища. При силосовании трав пропионовая кислота наиболее эффективна в смеси с другими органическими кислотами. Бензойная кислота (C_6H_5COOH) способна эффективно консервировать трудно- и несилосующиеся растения, но только при неукоснительном следовании технологии. Из-за слабой растворимости требуется ее равномерное распределение в массе (коэффициент равномерности не менее 95%). Обладает отличными фунгицидными свойствами [5].

Антибактериальное действие органических кислот зависит от pH среды, которое, в свою очередь, определяется их константами диссоциации. Максимальный консервирующий эффект дают недиссоциированные формы, так как они способны проникать сквозь микробные мембраны. Диссоциация наиболее активно идет в околонейтральной среде и замедляется при повышении кислотности [3, 6, 14].

Муравьиная, уксусная и пропионовая кислоты относятся к низшим жирным кислотам. При 25°C константа диссоциации муравьиной равна 0,0214, уксусной – 0,0018, пропионовой – 0,0014. Иными словами, муравьиная кислота почти в 12 раз сильнее уксусной и примерно в 15 раз – пропионовой. Все три соединения обладают резким запахом, полностью смешиваются с водой и летучи. Наиболее летуча муравьиная кислота: при 20°C скорость ее испарения в 5 раз выше, чем у уксусной, и в 18 раз – чем у пропионовой [3, 5].

Использование смесей кислот и солей значительно усиливает их консервирующее действие при условии синергического взаимодействия компонентов. Сочетание муравьиной и пропионовой кислот дает синергетический эффект: пропионовая кислота подавляет развитие грибов и дрожжей, предотвращая нагревание силоса. Комбинированные кислотные смеси быстро снижают pH силосной массы, что препятствует развитию гнилостных бактерий. В качестве консервантов применяют смеси органических кислот с мочевиной и другими добавками для обогащения корма азотом [5].

В качестве консервантов также используются соли кислот: бензоат натрия (C6H5COONa), пиросульфат натрия (Na2S2O7), бисульфат натрия (NaHSO4), нитрит натрия (NaNO2). Пиросульфат натрия способствует получению силоса с незначительным количеством молочной кислоты, еще меньшим – уксусной, при полном отсутствии масляной кислоты. Содержание аммиачного азота в таких силосах низкое, несмотря на значительный гидролиз белков до аминокислот. Бисульфат натрия в основном подкисляет среду, что способствует

подавлению нежелательной микрофлоры. Нитрит натрия рекомендуется вносить из расчета 1 кг на 1 т массы, а бисульфит натрия – 2–4 кг на 1 т силосуемой массы [5, 12].

К неорганическим кислотам, используемым в качестве консервантов, относятся серная (H_2SO_4), соляная (HCl) и фосфорная кислоты (H_3PO_4), а также их смеси. Их главный минус – чрезмерное закисление силоса до pH 3,0–3,5 [6, 11, 13]. Скармливание такого корма животным снижает продуктивность, провоцирует ацидоз, гипомагнезию и тимпанию. Особенно нежелателен силос, консервированный неорганикой, для высокопродуктивного скота. Оптимальная доза внесения химических консервантов составляет 0,2–0,4% от веса трудносилосуемого сырья. Жидкие органические кислоты перед внесением разводят водой в соотношении 1:3–4 и вносят при скашивании или закладке в хранилища с помощью специальных устройств и механизмов [5].

Перспективным направлением является использование комбинированных препаратов, сочетающих химические и биологические консерванты. Эффективность препаратов определяется на основании степени подкисления и содержания органических кислот, накопленных в процессе брожения. Комбинированные препараты сочетают быстрое подкисление, обеспечиваемое химическими компонентами, с длительной защитой и улучшением переваримости корма, достигаемыми за счет биологической составляющей [1, 5, 12].

Заключение. Химические консерванты на основе органических кислот представляют собой эффективное и надежное средство для обеспечения высокого качества силоса, особенно при заготовке трудносилосуемых культур и в условиях повышенной влажности. Муравьиная, пропионовая и бензойная кислоты обладают выраженным бактерицидным и фунгицидным действием, позволяя минимизировать потери питательных веществ и обеспечить аэробную стабильность корма. Наиболее перспективными направлениями развития являются создание комбинированных кислотных смесей с синергетическим эффектом, а также интеграция химических и биологических консервантов в единые технологические схемы.

Исследование выполнено в рамках НИР по теме: «Особенности выращивания люцерны и производство высокобелкового сенажа на ее основе для молочного скота в условиях Кировской области».

Литература

1. Быстрый старт - залог успешного силосования / Г. Лаптев, Н. Новикова, С. Биконя, Т. Грудинина // Животноводство России. – 2016. – № 4. – С. 65.

2. Влияние бактериальных культур на сохранность зеленых кормов / О. Ю. Мальцева, О. Л. Мещерякова, И. В. Новикова [и др.]. – DOI 10.20914/2310-1202-2017-3-174-179 // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. – Т. 79, № 3(73). – С. 174-179.

3. Ермолина, С. А. Биологическая химия : лабораторный практикум для студентов по специальности "Ветеринария" / С. А. Ермолина, Л. В. Пилип. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – 164 с.

4. Клименко, В. П. Применение биопрепаратов для приготовления силоса и сенажа из бобовых трав / В. П. Клименко, В. М. Косолапов, А. В. Логутов // Зоотехния. – 2017. – № 1. – С. 12-15.

5. Консерванты для животноводства // Ценовик: сельскохозяйственное обозрение. –URL:https://www.tsenovik.ru/bizness/archive/182/?ELEMENT_ID=32475&ysclid=mo1rux4w41537980234 (дата обращения: 03.03.2026).

6. Лаптев, Г. Ю. Кислотность силоса / Г. Ю. Лаптев // Животноводство России. – 2011. – № 5. – С. 61.

7. Оценка влияния различных технологий заготовки на качественные характеристики сенажа в условиях Вологодского региона / Е. В. Богатырева, Е. А. Третьяков, П. А. Фоменко, И. В. Гусаров. – DOI 10.52671/20790996_2025_3_102 // Проблемы развития АПК региона. – 2025. – № 3 (63). – С. 102-108.

8. Пилип, Л. В. Использование экспресс-теста для выявления антигенов D. immitis / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 1 (6). – С. 53-57.
9. Пилип, Л. В. Оценка безопасности восстановленной подстилки, полученной на фильтрационно - сушильной установке / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, Е. П. Колеватых. – DOI 10.24852/2411-7374.2023.1.45.51 // Российский журнал прикладной экологии. – 2023. – № 1 (33). – С. 45-51.
10. Пилип, Л. В. Проблемы утилизации отходов животноводческих комплексов / Л. В. Пилип // Вестник Вятского ГАТУ. – 2022. – № 2 (12). – С. 1.
11. Победнов, Ю. А. Динамика аммиака и масляной кислоты в зависимости от степени провяливания и способа силосования люцерны / Ю. А. Победнов, М. С. Иванова, А. А. Мамаев // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 41-46.
12. Рогожина, Т. В. Технологии консервирования зеленой массы растворами органических соединений / Т. В. Рогожина, В. В. Рогожин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (114). – С. 153-159.
13. Солонщиков, П. Н. Определение годового выхода навоза при проектировании свиноводческих ферм и комплексов / П. Н. Солонщиков, Л. В. Пилип // Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы: коллективная монография. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – Часть 1. – С. 386-397.
14. Часовских, О. В. Иммунология : учебно-методическое пособие для самостоятельной и контрольной работ обучающихся заочной и очно–заочной форм обучения по направлению подготовки 06.03.01 Биология / О. В. Часовских, Л. В. Пилип, О. В. Бякова. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – 104 с.

УДК 502.1: 57.023

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНСЕРВАНТОВ ПРИ СИЛОСОВАНИИ ЛЮЦЕРНЫ

Пилип Л. В. – канд. ветеринар. наук, доцент
Усатова Н. И. – старший преподаватель
Суханова М. С. – канд. биол. наук
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлен аналитический обзор современных видов силосных консервантов, используемых в технологии заготовки люцерны. Показано, что без консервантов получение качественного силоса из люцерны затруднительно, а применение гетероферментативных инокулянтов и органических кислот позволяет снизить потери протеина и подавить маслянокислое брожение. Использование бобово-злаковых смесей является оптимальным компромиссом между высокой питательностью и технологичностью силосования.

Ключевые слова: люцерна, силосование, консерванты, молочнокислые бактерии, масляная кислота, аэробная стабильность, буферность

Введение. Силосование остается одним из ключевых способов консервации зеленой массы, позволяющим максимально сохранить питательные вещества корма. Однако естественный процесс ферментации, основанный на деятельности эпифитной микрофлоры, часто не гарантирует получения стабильного и качественного продукта. Возникновение процессов гниения, маслянокислого брожения и значительные потери сухого вещества основные риски классической технологии. В связи с этим применение специальных добавок, вносимых в момент закладки массы стало обязательным элементом интенсивного кормопроизводства [3, 9].

Люцерна (Medicago sativa) является одной из наиболее ценных бобовых культур в кормопроизводстве благодаря высокому содержанию сырого протеина (18–22 %), витаминов и минеральных веществ. Однако именно люцерна считается трудносилосуемой культурой, поскольку обладает высокой буферной емкостью (способностью противостоять снижению pH) из-за большого количества белков и оснований; низким содержанием сахаров (менее 3 % на сухое вещество), необходимых для питания молочнокислых бактерий; повышенной влажностью при уборке (75–82 %), что способствует развитию маслянокислых клостридий [4, 5, 11].

В связи с этим выбор правильной технологии силосования люцерны (с консервантами или без них) приобретает решающее значение для сохранения корма.

Цель работы – систематизировать виды консервантов и оценить их эффективность на люцерне в сравнении с традиционным (спонтанным) силосованием.

Результаты исследования. Биологические инокулянты содержат живые молочнокислые бактерии и/или ферменты. Гомоферментативные штаммы (*Lactobacillus plantarum*) быстро подкисляют массу, но малоэффективны на люцерне из-за дефицита сахаров. Поэтому требуется обязательное добавление ферментов (целлюлаз, гемицеллюлаз), расщепляющих клетчатку до простых сахаров. Гетероферментативные штаммы (*Lactobacillus buchneri, Pediococcus*) более предпочтительны для люцерны. Они не только продуцируют молочную кислоту и синтезируют уксусную кислоту, которая подавляет рост плесени и дрожжей. Это критически важно, так как силос из люцерны особенно склонен к аэробной порче при выемке. Ферментные комплексы (целлюлаза, ксиланаза, амилаза) являются обязательным компонентом для люцерны, без них гомоферменты не получают достаточного количества субстрата [6, 7, 15].

Химические консерванты наиболее надежны для люцерны, особенно в условиях переувлажнения. Муравьиная кислота и ее соли (формиаты) быстро снижают pH до 4,0–4,2, минуя стадию активного развития клостридий. При этом протеин не разрушается, а переводится в нерастворимую форму, снижая потери при хранении. Доза: 4–6 л/т сырой массы. Пропионовая кислота (или смесь муравьиной с пропионовой) эффективна против плесеней, повышает аэробную стабильность. Для люцерны рекомендуются коммерческие смеси типа «АИД-2» или «Кемисил». Серная и соляная кислоты (в смеси) для люцерны применяются редко, так как разрушают протеин и требуют нейтрализации карбонатами [8].

Адсорбирующие вещества (бентонит, цеолит, диатомит) связывают избыточную влагу и аммиак, образующийся при распаде протеина. Самостоятельно не консервируют, но улучшают физическую структуру и уменьшают вытекание сока. Используются в комбинации с кислотами или бактериями [10].

В производственных условиях люцерну редко закладывают в чистом виде. Полагаться только на эпифитную микрофлору в производственных условиях недопустимо из-за высокого риска маслянокислого брожения и потерь протеина. Значительно чаще используют бобово-злаковые травосмеси, где люцерна выступает основным высокобелковым компонентом, а злаковые травы (тимофеевка, овсяница, ежа сборная, кострец безостый) или другие бобовые (клевер) выполняют технологическую роль. Введение злакового компонента решает ключевые проблемы силосования чистой люцерны. повышает содержания сахаров, за счет того, что злаки богаты легкоферментируемыми углеводами, которые служат субстратом для молочнокислых бактерий; оптимизирует влажность, поскольку злаковые травы, особенно при совместном провяливании, способствуют более равномерному влагоотдаче и снижают избыточную влажность массы; снижают буферность, что ускоряет подкисление; улучшают физическую структуру благодаря тому, что смесь лучше трамбуется и меньше слеживается, что способствует более быстрому вытеснению воздуха [1].

В опытах с бобово-злаковой травосмесью использование биологического консерванта способствовало увеличению доли молочной кислоты до 65,6% от суммы кислот и повысило переваримость сырого протеина на 2,7% по сравнению с контролем. Применение консерванта-обогатителя при заготовке бобово-злакового силоса позволило снизить потери: сухого вещества на 9,9%, сырого протеина на 12,2%, сахара на 44,2%, каротина на 20,9%. Обменная

энергия полученного корма составила 9,56 МДж. Сравнительные исследования отечественных и зарубежных препаратов (Биотроф-АС, Фермасил, Сил-Олл) на злаково-бобовых смесях показали, что они не уступают по консервирующему действию зарубежным аналогам [9, 12, 13, 14].

В исследованиях, проведенных в хозяйствах Вологодской области, была дана сравнительная оценка силоса из чистой люцерны и из смеси люцерны с другими бобовыми и злаковыми травами. Результаты свидетельствуют о стабильно высоком содержании белка на уровне 14,45–14,73% в силосах из смесей. При этом содержание сырой клетчатки находилось в диапазоне 31,07–33,04%, что способствовало легкому усвоению корма и не требовало дополнительной обработки [2].

Биоамид-3 в бобово-злаковых смесях позволяет увеличить содержание сырого протеина до 15,33% в сухом веществе, а обменной энергии – до 10,46 МДж/кг. Это подтверждает высокую эффективность использования консервантов даже на относительно благоприятном для силосования сырье [16].

Таблица 1 – Рекомендации по закладке смесей

Условие	Рекомендация
Оптимальное соотношение	50–60% люцерны + 40–50% злаков (по массе).
Фаза уборки	Люцерна – фаза бутонизации; злаки – конец выхода в трубку – начало колошения.
Предпочтительные консерванты	Биологические (гетероферментативные молочно-кислые бактерии + ферменты). Комбинированные (при повышенной влажности >75%).
Дозировка биопрепаратов	Согласно инструкции (в среднем 80–100 мл/т или 10^6–10^7 КОЕ/г).

Использование бобово-злаковых смесей является оптимальным компромиссом между высокой питательностью (благодаря люцерне) и технологичностью силосования (благодаря злакам). Применение биологических консервантов на таких смесях позволяет стабильно получать силос высокого качества с минимальными потерями питательных веществ и хорошей аэробной стабильностью.

Заключение. Люцерна относится к трудносилосуемым культурам. Оптимальной стратегией для люцерны является применение гетероферментативных молочно-кислых бактерий совместно с ферментами (целлюлазами) при влажности 65–75%. При переувлажнении (свыше 78%) или высокой буферности необходимо использовать химические консерванты на основе муравьиной и пропионовой кислот.

Наиболее технологичным и экономически оправданным подходом является силосование люцерны в смеси со злаковыми травами (бобово-злаковые травосмеси). Такие смеси позволяют частично компенсировать недостатки чистой люцерны и получить силос с высоким содержанием протеина и хорошей ферментацией.

Исследование выполнено в рамках НИР по теме: «Особенности выращивания люцерны и производство высокобелкового сенажа на ее основе для молочного скота в условиях Кировской области».

Литература

1. Богатырева, Е. В. Сравнительная оценка силоса из люцерны в чистом виде и в смеси с бобовыми и злаковыми травами / Е. В. Богатырева, П. А. Фоменко, Н. А. Щекутьева // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – № 2. – С. 15-22.

2. Влияние биологических консервантов на изменение питательности и энергетической ценности силоса, приготовленного из бобово-злаковых компонентов в условиях Вологодского региона / Е. В. Богатырева, П. А. Фоменко, Е. А. Третьяков, Н. А. Щекутьева. – DOI: 10.52231/2225-4269_2025_2_46 // Молочнохозяйственный вестник. – 2025. – № 2 (58). – С. 14-19.

3. ГОСТ Р 55986-2022. Силос и силаж. Общие технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное. – Москва : Российский институт стандартизации, 2022. – 16 с.
4. Ермолина, С. А. Биологическая химия : Лабораторный практикум для студентов по специальности «Ветеринария» / С. А. Ермолина, Л. В. Пилип. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – 164 с.
5. Новый биологический препарат для силосования люцерны / В. П. Клименко, В. М. Косолапов, В. Г. Косолапова, К. Е. Юртаева // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 3. – С. 36-40.
6. Клименко, В. П. Консервирование бобовых трав и бобово-злаковых травосмесей с новым биологическим препаратом / В. П. Клименко, С. А. Маляренко // Адаптивное кормопроизводство. – 2022. – № 2. – С. 61-68.
7. Косолапов, В. М. Технология заготовки высококачественного силоса из бобовых трав / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов. – Москва : Росинформагротех, 2021. – 80 с.
8. Консерванты для животноводства // Ценовик: сельскохозяйственное обозрение. – URL: https://www.tsenovik.ru/bizness/archive/182/?ELEMENT_ID=32475&ysclid=mo1rux4w41537980234 (дата обращения: 03.03.2026).
9. Предотвращаем вторичную ферментацию и аэробную порчу силоса / Г. Лаптев, Е. Йылдырым, Д. Тюрина [и др.]. – DOI: 10.25701/ZZR.2024.04.010 // Животноводство России. – 2024. – № 3. – С. 36-40.
10. Приготовление силоса и сенажа с применением отечественных биологических препаратов / В. А. Бондарев, В. М. Косолапов, В. П. Клименко, А. Н. Кричевский. – Москва : ФГБНУ ВНИИ кормов им. В.Р.Вильямса, 2016. – 212 с.
11. Победнов, Ю. А. Биологические основы силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий / Ю. А. Победнов, В. М. Косолапов // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 2. – С. 258-269.
12. Пилип, Л. В. Оценка безопасности восстановленной подстилки, полученной на фильтрационно - сушильной установке / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, Е. П. Колеватых. – DOI 10.24852/2411-7374.2023.1.45.51 // Российский журнал прикладной экологии. – 2023. – № 1 (33). – С. 45-51.
13. Сухой бактериально-ферментный препарат Сил-олл 4х4 // Агросервер.ru. – URL:https://agroserver.ru/b/sukhoy-baktarialno-fermentnyy-preparat-sil-oll-4kh4-1214378.htm?ysclid=mo7jf3wpj0877655729 (дата обращения: 03.03.2026).
14. Фермасил // АгроВитЭкс. – URL: https://agrovitex.ru/catalog/fermasil?ysclid=mo7jbxb7z2437905325 (дата обращения: 03.03.2026).
15. Хохряков, Г. А. Продуктивность коров при использовании силоса, приготовленного с биологическими консервантами : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Хохряков Григорий Анатольевич. – Ижевск, 2020. – 126 с.

УДК 632.51:349.6(470.53+470.342)

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ СЕЛЕНА В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ И ПРОБЛЕМА СЕЛЕНОДЕФИЦИТА

Пилип П. А.[1] – магистрант 1 курса передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг», системный и цифровой инжиниринг в высокотехнологичных отраслях промышленности
Научный руководитель – Пилип Л. В.[2] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1]ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия
[2]ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается биологическая роль селена как эссенциального микроэлемента. Описаны последствия его дефицита и токсичности. Особое внимание уделено беломышечной болезни как классическому проявлению селенодефицита у молодняка, а также биохимическим механизмам действия селена (на примере глутатионпероксидазы). Показано, что территория Кировской относится к биогеохимическим провинциям, бедным селеном, что обуславливает актуальность контроля его содержания в кормах и организме животных.

Ключевые слова: селен, беломышечная болезнь, микроэлементы, животные, глутатионпероксидаза, Кировская область

Введение. Селен (Se) является важным микроэлементом в питании животных и человека, влияя на продуктивность, иммунитет и метаболизм в целом [4]. Для Se характерен чрезвычайно узкий интервал между дефицитом и токсичностью, что обуславливает необходимость тщательного регулирования потребления этого микроэлемента с пищей и водой [15]. Основным источником Se для растений является почва, далее этот элемент передается по пищевым цепям животных, животные и человек получают его с пищей [4, 8]. Однако, большинство почв сельскохозяйственного назначения характеризуются выраженным дефицитом Se [4, 12]. Кировская область также относится к данной категории.

Дефицит Se в организме приводит к снижению иммунитета, дисфункции репродуктивной и сердечно-сосудистой системы, мышечной дистрофии, развитию онкологических заболеваний, патологий печени, щитовидной железы, ухудшению состояния кожи [10, 14]. Избыточное поступление Se вызывает нарушение иммунитета, репродуктивной функции, работы желудочно-кишечного тракта, выпадение волос, неврологические расстройства, развитие сахарного диабета, сокращает продолжительность жизни [6, 15]. При чем разные формы Se проявляют различную токсичность.

Цель исследований заключалась в анализе и обобщении литературных данных о биологической роли селена для организма животных и патогенезе заболеваний, связанных с его дефицитом.

Материалы и методы. Для написания обзора использовались научные публикации отечественных и зарубежных авторов. Применялись методы анализа, синтеза и систематизации информации.

Результаты исследования. Классическим заболеванием, связанным с дефицитом Se, является беломышечная болезнь (дистрофия скелетных мышц). Причем, заболевание может быть связано не только с дефицитом Se, но и недостаточным поступлением витамина Е, а также содержащих серу аминокислот: цистина, цистеина и метионина. Более высокая частота заболевания наблюдается в периоды быстрого роста телят и поросят. Похожая миопатия встречается у коз, оленей, жеребят и собак [13].

Клиническими признаками беломышечной болезни у телят являются затруднение при ходьбе, тахипноэ, тахикардия, расширение яремных вен. Также отмечена отечность и болезненность мышц задних конечностей и спины. В тяжелых случаях возможна внезапная гибель молодняка в течение нескольких часов после появления первых признаков клинических проявлений [11].

Существует взаимосвязь между употреблением бобовых кормов в период суяглости или стельности и заболеваемостью молодняка телят и ягнят беломышечной болезнью [11]. Взаимосвязь между метаболизмом Se у плода и содержанием селена у беременных самок остается актуальной темой для дальнейших исследований и имеет решающее значение для продуктивности.

Отмечено, что рационы, богатые полиненасыщенными жирными кислотами, и воздействие прооксидантов, таких как озон и железо, предрасполагают к дефициту витамина Е и увеличивают тяжесть заболевания [1, 5, 9]. Кроме того, низкое потребление серосодержащих аминокислот в рационе и наличие тяжелых металлов (ртуть, медь, кадмий) снижает биодоступность Se [6, 7, 9].

На молекулярном уровне роль Se реализуется через селенопротеины. Фермент глутатионпероксидаза способен предотвращать окислительное повреждение клеточных мембран от действия свободных радикалов. Он относится к группе селеноферментов, на сегодняшний день их описано более 30. При дефиците Se активность глутатионпероксидазы снижается. Этот фермент, наряду с витамином Е, защищает клеточные мембраны от перекисного окисления липидов, поэтому при дефиците Se и/или витамина Е происходит повреждение клеток, наиболее значительный эффект наблюдается в скелетных и сердечных мышцах, вызывая их гиалиновую дегенерацию [2, 3, 15]. Это повышает активность ферментов мышц аспартатаминотрансферазы и креатинкиназы в плазме крови, что может служить диагностическим тестом.

Помимо антиоксидантной защиты, Se критически важен для синтеза гормонов щитовидной железы тетрайодтиронинина и трийодтиронина, а также для адекватного иммунного ответа [6, 10].

Кировская область относится к числу регионов с низким содержанием Se в почвах, что создает предпосылки для развития вторичной селеновой недостаточности у сельскохозяйственных животных. Для коррекции дефицита доступны различные формы добавок селена (селенит натрия, селенометионин), но на их эффективность влияют химическая форма, здоровье животных и условия содержания. Следовательно, контроль содержания Se в почве, кормах и биосубстратах животных является необходимым условием профилактики эндемических заболеваний в регионе.

Заключение. Селен является незаменимым микроэлементом, выполняющим ключевую антиоксидантную функцию в составе селеноферментов, в частности глутатионпероксидазы. Дефицит селена в организме животных ведет к тяжелым патологиям, прежде всего к мышечной дистрофии (беломышечная болезнь), усугубляемой недостатком витамина Е и серосодержащих аминокислот. Кировская область является эндемичной по селену, что диктует необходимость мониторинга его содержания в кормах и крови животных для профилактики заболеваний и повышения продуктивности.

Литература

1. Бякова, О. В. Иммунобиохимический статус свиней при содержании на различных полах / О. В. Бякова, Л. В. Пилип // Иппология и ветеринария. – 2019. – № 4 (34). – С. 67-73.

2. Бякова, О. В. Перекисное окисление липидов как фактор эндогенной интоксикации при гельминтозах / О. В. Бякова, Л. В. Пилип, С. Н. Белозеров // Российский паразитологический журнал. – 2008. – № 2. – С. 52-55.

3. Бякова, О. В. Перекисное окисление липидов лошадей при кишечных нематодозах / О. В. Бякова, Л. В. Пилип // Вестник ветеринарии. – 2012. – № 4 (63). – С. 28-30.

4. Голубкина, Н. А. Селен в питании: растения, животные, человек / Н. А. Голубкина, Т. Т. Папазян. – Москва, 2006. – 254 с.

5. Ермолина, С. А. Биологическая химия : лабораторный практикум для студентов по специальности "Ветеринария" / С. А. Ермолина, Л. В. Пилип. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – 164 с.

6. Пилип, Л. В. Биохимические изменения и показатели естественной резистентности организма при нематодозах лошадей / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2014. – № 3 (23). – С. 43-46.

7. Пилип, Л. В. Животноводческие комплексы как источники загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами (Cu, Zn) / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, Д. А. Кузнецов. – doi: 10.15393/j1.art.2023.13182 // Принципы экологии. – 2023. – № 1 (47). – С. 82-89.

8. Сырчина, Н. В. Дефицит селена в почвах и способы его коррекции / Н. В. Сырчина, Л. В. Пилип, Т. Я. Ашихмина, Д. В. Демидов // Теоретическая и прикладная экология. – 2026. –№ 1. – С. 25-32.

9. Физиолого-биохимический статус свиней при включении в рацион кормления органической формы селена / А. Д. Федюкина, Т. Д. Полякова, Г. И. Боряев [и др.] // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 59-62.
10. Часовских, О. В. Иммунология : учебно-методическое пособие для самостоятельной и контрольной работ обучающихся заочной и очно–заочной форм обучения по направлению подготовки 06.03.01 Биология / О. В. Часовских, Л. В. Пилип, О. В. Бякова. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – 104 с.
11. Contreras, P. A. Clinical case: Outbreak of White Muscle Disease or Nutritional Muscular Dystrophy in calves / P. A. Contreras, E. Paredes, F. Wittwer, S. Carrillo // Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias. – 2005. – № 15 (5). – P. 401-405.
12. Goroshnikova, G. A. Features metabolic profile of cows in selene deficit zone / G. A. Goroshnikova, L. I. Drozdova, A. I. Belousov // Agrarian bulletin of the urals. – 2015. – No. 3 (133). – P. 15-17.
13. Merck Veterinary Manual. – URL: https://www. merckvetmanual.com (дата обращения: 03.03.2026).
14. Selenium nutritional status and thyroid dysfunction / L. S. A. L Souza, R. de O. Campos, J. de S. B. Filho, D. S. de J. Joice et el // Archives of Endocrinology and Metabolism. – 2025. – V. 69, No. 1. – Article No. e230348. doi:10.20945/2359-4292-2023-0348
15. Rayman, M. P. Selenium intake, status, and health: a complex relationship // Hormones. – 2020. – V. 19. – P. 9–14. doi:10.1007/s42000-001125-5

УДК 502.1: 57.023

ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДЕНИЯ ВЯТСКОЙ ПОРОДЫ ЛОШАДЕЙ

Пилип П. А.[1] – магистрант 1 курса передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг», системный и цифровой инжиниринг в высокотехнологичных отраслях промышленности
Пилип Л. В.[2] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1]ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия
[2]ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматривается вятская порода лошадей, относящаяся к аборигенным породам России. Проведен анализ исторического формирования, экстерьерно-конституциональных особенностей, хозяйственного использования и современного состояния популяции.

Ключевые слова: вятская порода лошадей, аборигенные породы, северный лесной тип, сохранение генофонда, генеалогические линии, селекционно-племенная работа

Введение. Вятская порода лошадей относится к аборигенным породам России северного лесного типа. Порода сформировалась к концу XVII – началу XVIII века на территории современных Кировской области и Удмуртской Республики, в бассейне рек Вятка, Кама, Чепца и Обва. Изначальные сведения о лошадях этого региона относились к XIV веку, что позволяет говорить о глубоких исторических корнях породы. Вятских лошадей выводили методом «народной селекции»: длительного целенаправленного отбора самых крепких, работящих и добронравных местных лошадей, используемых на крестьянских подворьях, в обозах и почтовых тройках на Сибирском тракте. Отбор шел по принципу максимальной приспособленности к местным условиям: суровым зимам, бездорожью, скудным кормам. Нередко лошади проходили до 5000 верст и работали в извозе до 17 зим подряд [6].

Наибольшей популярности вятская порода достигла в конце XVIII – первой половине XIX века. Вятские тройки славились по всей России, а сами лошади считались одной из лучших упряжных пород наравне с тавдинскими и мезенскими. В литературных произведениях А.С. Пушкина, В.К. Короленко, М.Е. Салтыкова-Щедрина и С.В. Максимова встречаются восторженные отзывы об этих лошадях. В стихах Александра Сергеевича Пушкина: «Прикажете ль лошадок вятских Четверку вам в конюшню свесть?», Николая Васильевича Гоголя: «Взглянул он [Чичиков] на его [Собакевича] спину, широкую, как у вятских приземистых лошадей, и на ноги его, походившие на чугунные тумбы», Михаила Евграфовича Салтыкова-Щедрина: «Что касается до моих лошадей, то масти они саврасой, с черною гривой и черным ремешком по спине, росту двух аршин. Вятские лошади крепки, но невелики, самые лучшие саврасой масти, как и мои, чтобы приобрести действительно хороших лошадей, надобно заплатить рублей 200 серебром за пару». Писатель-этнограф С.В. Максимов писал: «Вятки дали возможность такому известному человеку для города Слободского, как Ксенофонт Анфилатов...» [3, 7].

В конце XIX века вследствие массовой метизации с рысаками и тяжеловозами порода была признана почти исчезнувшей. Ситуация повторилась в XX веке: после успешной попытки восстановления породы в 1930–1950-х годах к концу столетия поголовье животных вновь достигло критического минимума. В 1996 году вятской породе был придан статус исчезающей (WWL-DAD:2). С середины 1980-х годов проводится большая работа по ее сохранению [1].

Целью настоящей работы является комплексный анализ вятской породы лошадей в историко-биологическом и селекционно-генетическом аспектах, а также оценка ее современного состояния и перспектив развития.

Результаты исследования. По данным ВНИИ коневодства, на 1 января 2023 года в вятской породе зарегистрировано 856 лошадей, в том числе 260 племенных кобыл. Основные хозяйства, занимающиеся разведением вятской породы, расположены в Удмуртской Республике, Кировской и Липецкой областях [1, 10].

В вятской породе 10 линий и 31 семейство, многие из них малочисленны. Вятские лошади из центральной России в целом отличаются более крупным ростом и упряжными формами по сравнению с разводимыми на родине породы - в Удмуртской Республике и Кировской области. Средние оценки типа и экстерьера говорят о высоком качестве лошадей, что подтверждается классовым составом породы: 86,7% племенных жеребцов и 95,1% кобыл пробонитированы классом элита [10].

В Кировской области разведением занимается ОАО «Агрофирма «Гордино» (Афанасьевский район), крупнейшее в России и единственное лицензированное генофондное хозяйство. На 1 января 2025 года здесь насчитывалось 151 чистокровное животное, из них 70 племенных кобыл и 3 жеребца-производителя.

Современные генетические исследования подтверждают уникальность генофонда вятской породы. Анализ микросателлитов ДНК у 220 лошадей вятской породы выявил высокий уровень биоразнообразия и наличие приватных аллелей, не встречающихся у представителей заводских пород. Исследования митохондриальной ДНК показали наличие у вятских лошадей гаплогрупп U и Y, что демонстрирует оригинальность матрилинейной структуры породы. В 2023 году были опубликованы результаты исследования генетических маркеров, связанных с детерминацией мастей. Установлено, что генотип D/nd1 гена TBX3 чаще встречается у лошадей среднего и светлого оттенка масти и коррелирует с наличием выраженных «диких» отметин [1].

Лошади некрупные, гармонично сложенные, крепкой конституции. Средняя высота в холке составляет около 148–150 см, косая длина туловища – 155 см, обхват пясти – 21,0 см, живая масса – 460–480 кг. Голова пропорциональная, с широким лбом и прямым или слегка вогнутым профилем. Шея средней длины, широкая, у жеребцов часто с выраженным гребнем. Холка средняя, спина прямая, поясница недлинная, широкая, ровная. Круп средней длины, овальной формы, нередко немного свислый. Грудная клетка средней ширины, глубокая, округлая. Конечности относительно короткие, сухие, прочные; задние конечности нередко

саблистые и немного сближены в скакательных суставах. Копыта небольшие, немного плосковатые. Характерной особенностью является хорошее развитие волосяного покрова: густой и плотный покровный волос, а также обильная оброслость гривы, челки и хвоста позволяют вятским лошадям переносить суровые морозы зимой [6, 7].

Породе присущи все оттенки саврасой масти (гнедо-саврасая, булано-саврасая, каурая), реже встречаются мышастая и буланая, а также бурая, гнедая, иногда рыжая. Характерной чертой окраса является наличие темной полосы вдоль спины – «ремня» – атавизма, доставшегося от диких аборигенных лошадей. Также нередко встречается «зеброидность» – поперечные полосы на конечностях и темные «налеты» на плечах и лопатках. Белые отметины считаются недостатком породы. Согласно данным генетических исследований, преобладающие масти в современной вятской породе – гнедо-саврасая (56,9%) и мышастая (31,7%).

Вятские лошади отличаются подвижностью, энергичностью, выносливостью и высокой плодовитостью. Лошади обладают спокойным, доброжелательным нравом, послушны, что делает их пригодными для использования в иппотерапии и детском конном спорте. Особенно ценится Вятская порода за приспособленность к работе в условиях бездорожья осенью и при глубоком снеге зимой, а также за способность довольствоваться скудными кормами – на содержание вятских лошадей расходовали вдвое меньше корма, чем требовалось для лошадей заводских пород. Максимальная грузоподъемность лошади этой породы составляет 3720 кг. Традиционным использованием вятских лошадей была работа в упряжи, пастьба скота. Исторически их применяли для ямской гоньбы, перевозки тяжестей, в сельском и лесном хозяйстве. Вятский драгунский кавалерийский полк, дислоцированный в Переяславле-Залесском на рубеже XVIII–XIX веков, был укомплектован вятскими лошадьми.

Сегодня мы рассматриваем лошадей как прекрасное средство иппотерапии, объекта спортивных состязаний, племенной генофонд. Большая часть лошадей в РФ и Кировской области сосредоточена в частном секторе. Без государственной поддержки трудно функционировать племенным хозяйствам. Сокращается поголовье лошадей в целом, поэтому очень важно обращать внимание на физическое состояние животных, вовремя проводя диагностические, лечебные и профилактические мероприятия [4, 8, 9]. Паразитарные заболевания лошадей регистрируются постоянно, проявляясь в виде исхудания, колик, бессимптомного течения, иногда могут заканчиваться внезапной гибелью дорогостоящих животных [2, 5, 11].

Сейчас вятских лошадей применяют в сельском хозяйстве и досуговой сфере, в детском и любительском конном спорте, в драйвинге (спортивных упряжках) и дистанционных пробегах, в конном и спортивном туризме, в иппотерапии для людей с ограниченными физическими возможностями.

Заключение. Вятская порода лошадей представляет собой уникальное историко-культурное и генетическое достояние России. Порода была сформированна методом народной селекции в суровых условиях северных лесов, воплотила выносливость, неприхотливость и универсальную работоспособность. Несмотря на малочисленность поголовья, вятская порода имеет устойчивую генеалогическую структуру, современные генетические исследования подтверждают уникальность ее генофонда.

Литература

1. Белоусова, Н. Ф. Современное состояние вятской породы лошадей, проблемы и перспективы работы с племенным фондом / Н. Ф. Белоусова, С. П. Басс. – DOI 10.25727/HS.2025.2.60110 // Коневодство и конный спорт. – 2025. – № 2. – С. 34-40.

2. Бякова, О. В. Иммунологическая оценка пасты "Алезан" при гельминтозах лошадей / О. В. Бякова, Л. В. Пилип, С. Н. Белозеров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 6 (186). – С. 99-101.

3. Бякова, О. В. Перекисное окисление липидов и естественная резистентность при гельминтозах лошадей / О. В. Бякова, Л. В. Пилип. – Киров : ООО "Издательство "Радуга-ПРЕСС", 2018. – 149 с.
4. Бякова, О. В. Перекисное окисление липидов как фактор эндогенной интоксикации при гельминтозах / О. В. Бякова, Л. В. Пилип, С. Н. Белозеров // Российский паразитологический журнал. – 2008. – № 2. – С. 52-55.
5. Бякова, О. В. Перекисное окисление липидов лошадей при кишечных нематодозах / О. В. Бякова, Л. В. Пилип // Вестник ветеринарии. – 2012. – № 4 (63). – С. 28-30.
6. Вятская порода лошадей // Большая российская энциклопедия : научно-образовательный портал. – URL: https://bigenc.ru/c/viatskaia-poroda-loshadei-19e820 (дата обращения: 03.04.2026).
7. Где ты, Вятка? // Слободские куранты. – URL: https://kurantynew.ru/new/2013/06/29/2013062905 (дата обращения: 03.04.2026).
8. Пилип, Л. В. Биохимические изменения и показатели естественной резистентности организма при нематодозах лошадей / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2014. – № 3 (23). – С. 43-46.
9. Пилип, Л. В. Использование экспресс-теста для выявления антигенов D. immitis / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 1 (6). – С. 53-57.
10. Состояние вятской породы лошадей в основных ареалах ее разведения / С. П. Басс, Н. Ф. Белоусова, Г. В. Азимова, А. Н. Гуляева. – DOI 10.22363/2312-797X-2023-18-1-80-91 // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2023. – Т. 18, № 1. – С. 80-91.
11. Трифанова, Д. В. Паразитарные заболевания лошадей / Д. В. Трифанова, О. В. Бякова, Л. В. Пилип // Молодежная наука 2014: технологии, инновации, Пермь, 11–14 марта 2014 года. – Пермь : ИПЦ Прокрость, 2014. – Часть 3. – С. 233-235.

УДК 636.085.55

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУКУРУЗЫ В РАЦИОНЕ ДОЙНЫХ КОРОВ

Попова О. Д. – магистрант 1 курса института биологии и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье проанализировано влияние кукурузы в составе концентрированных кормов на продуктивность дойных коров в различные периоды лактации — от высокопродуктивных до низкопродуктивных групп. Анализ исследований по включению кукурузы в рационы позволят оптимизировать процессы кормопроизводства и кормоприготовления с учётом физиологических особенностей животных и текущего лактационного периода. Установлено, что применение кукурузы в кормлении анализируемой физиологической группы коров экономически и зоотехнически оправдано, поскольку способствует повышению эффективности молочного скотоводства.

Ключевые слова: коровы, кукуруза, физиологические группы, периоды лактации, рацион

Введение. В условиях интенсивного развития современного животноводства особую актуальность приобретает оптимизация рационов дойных коров с целью повышения их продуктивности и поддержания физиологического благополучия [1,3,9]. Одним из ключевых компонентов кормопроизводства, заслуживающих пристального внимания, выступает кукуруза, которая всё шире внедряется в системы кормления крупного рогатого скота, в том числе в регионах с ранее считавшимся неблагоприятным для её возделывания климатом. Если ранее культивирование кукурузы ограничивалось преимущественно южными районами

России из-за её требовательности к температурному режиму и продолжительности вегетационного периода, то современные селекционные достижения и агротехнические приёмы позволили успешно выращивать эту культуру и в более северных широтах.

Цель. Проанализировать актуальность использования кукурузы в рационах дойных коров.

Задачи:

1. Изучить питательные свойства кукурузы и особенности ее переваривания в рубце у крупного рогатого скота.
2. Проанализировать использование концентрированных кормов в рационах дойных коров в современных условиях.
3. Дать рекомендации по рациональному использованию кукурузы в составе комбикормов в рационах дойных коров.

Использование кукурузы в рационах дойных коров положительно влияет на качество молока: повышает содержание сухого вещества, белка и жира, а также улучшает его технологические свойства, то есть положительно сказывается на процессе сквашивания и конечном качестве кисломолочных продуктов [2,4,13]. При этом ключевое значение имеет грамотная дозировка — например, оптимально включать 2,5 кг влажного дроблёного зерна кукурузы на голову в сутки в период раздоя.

Важно учитывать форму кукурузы (помол), её качество и особенности гибрида, чтобы избежать негативных последствий (в т.ч. ацидоза) и добиться максимального эффекта. Кукуруза может способствовать долголетию коров за счёт высокой энергетической ценности и содержания витаминов и минералов при условии сбалансированного рациона, однако избыток кукурузы повышает риск ацидоза, ожирения и отравления нитратами — это может сократить продолжительность жизни животных [1,12]. При включении в рацион телят цельного зерна кукурузы (30–40% от массы комбикорма) наблюдается повышение не только поедаемости кормов, но и среднесуточных приростов живой массы на 3,5–4,8% по сравнению с контролем [7,11].

Кукуруза в рационе коз повышает удой и содержание жира в молоке, но требует соблюдения дозировки (до 20–30 % в зерновой смеси), чтобы избежать снижения жирности продукта [10]. Включение кукурузы в корм козам улучшает питательную ценность мяса за счёт повышения содержания незаменимых аминокислот и полезных жирных кислот [6].

Для спортивных лошадей кукуруза служит источником энергии (до 70 % крахмала), повышая работоспособность, — но её нужно давать в обработанном виде (экструдированной, плющёной и т.п.) и с соблюдением норм скармливания [5,8].

Питательные свойства кукурузы обусловливают её высокую ценность в составе концентрированных кормов для дойных коров. Зерно кукурузы отличается высоким содержанием легкоусвояемых углеводов, главным образом крахмала (до 70 % сухого вещества), что обеспечивает животных значительными запасами энергии, необходимой для поддержания высокой молочной продуктивности. Кроме того, кукуруза содержит порядка 8–10 % сырого протеина, а также жиры (3–5 %), богатые ненасыщенными жирными кислотами, витамины (в т.ч. токоферол, каротиноиды, витамины группы В) и минеральные вещества. При этом важно учитывать особенности переваривания кукурузы в рубце жвачных животных: крахмал кукурузы характеризуется относительно медленной ферментацией по сравнению с другими зерновыми культурами, что способствует стабилизации рубцовой микрофлоры и предотвращает резкие колебания pH, снижая риск развития ацидоза.

Крахмал кукурузы отличается относительно медленной ферментацией в рубце жвачных животных по сравнению с другими зерновыми культурами, такими как ячмень и пшеница, что играет ключевую роль в поддержании стабильности рубцовой микрофлоры и предотвращении ацидоза — состояния, возникающего при резком снижении pH рубца. Медленная ферментация обусловлена несколькими факторами: во-первых, крахмальные зёрна в кукурузе окружены белковыми тельцами, в том числе белком зеином, который замедляет доступ микроорганизмов к крахмальным гранулам, снижая скорость его расщепления в рубце; во-вторых, на скорость

ферментации влияет химический состав крахмала — соотношение амилозы и амилопектина, при этом амилоза переваривается медленнее, чем амилопектин; в-третьих, физическая структура зерна также имеет значение: незрелые или недостаточно обработанные зёрна кукурузы могут иметь более плотную структуру, что дополнительно замедляет доступ микрофлоры к крахмалу.

При сравнении с другими зерновыми видно, что ячмень и пшеница характеризуются более быстрой ферментацией крахмала в рубце: например, у ячменя около 85–90 % крахмала ферментируется в рубце, аналогично и у пшеницы, тогда как для молотой кукурузы этот показатель составляет около 60 % [9]. Благодаря медленной ферментации энергия высвобождается более равномерно, что способствует стабильному росту микрофлоры и предотвращает резкие скачки концентрации летучих жирных кислот (ЛЖК) в рубце. При быстрой ферментации, характерной для ячменя или пшеницы, происходит быстрое накопление ЛЖК, что приводит к снижению pH рубца, подавляет активность бактерий, переваривающих клетчатку, и нарушает баланс микрофлоры. Кукурузный крахмал содержит так называемый стабильный крахмал, который частично не подвергается микробному перевариванию в рубце, а расщепляется энзиматически в кишечнике, что снижает нагрузку на рубец и минимизирует риск закисления.

Ацидоз возникает при резком снижении pH рубца ниже критического уровня, обычно ниже 6,0, и может привести к нарушению пищеварения, снижению потребления корма и продуктивности, а в тяжёлых случаях — к атонии рубца. Медленная ферментация крахмала кукурузы снижает риск избыточного образования молочной кислоты — одного из ключевых факторов закисления рубца, поскольку молочная кислота сильнее влияет на pH, чем другие ЛЖК, и её избыток быстро снижает кислотность среды. Кроме того, стабильный крахмал кукурузы обеспечивает более равномерное поступление глюкозы в кровь животного, что важно для поддержания энергетического баланса без резкого нарушения рубцового метаболизма.

На скорость ферментации крахмала влияют и внешние факторы: слишком мелкое измельчение кукурузы может ускорить ферментацию в рубце и повысить риск снижения pH; тепловая обработка, например, плющение или гранулирование, способна увеличить скорость ферментации за счёт разрушения белковой оболочки крахмальной гранулы; спелость кукурузы также играет роль — по мере повышения спелости устойчивость крахмала к бактериальному и энзиматическому перевариванию в рубце увеличивается. Таким образом, медленная ферментация крахмала кукурузы в рубце способствует поддержанию оптимального микробиологического баланса, предотвращает резкие колебания pH и снижает риск ацидоза, что особенно важно при кормлении высокопродуктивных животных, однако для достижения наилучшего эффекта необходимо учитывать степень обработки зерна, его спелость и общее соотношение кормов в рационе, чтобы избежать избыточного поступления легкодоступных углеводов.

Эффективность использования кукурузы в рационах дойных коров во многом зависит от физиологического состояния животного и стадии лактации.

Она помогает компенсировать дефицит питательных веществ, связанный с высокими затратами на синтез молока, и способствует поддержанию молочной продуктивности. Однако для коров на поздних стадиях лактации или с более низкой продуктивностью долю кукурузы в рационе необходимо корректировать, чтобы избежать избытка легкоусвояемых углеводов, который может привести к ожирению и нарушению обмена веществ.

Кукуруза содержит большое количество крахмала — основного источника энергии. Крахмал кукурузы медленно расщепляется в рубце, что позволяет равномерно высвобождать энергию и поддерживать стабильный уровень глюкозы в крови. Это особенно важно в период пика лактации, когда потребность в энергии резко возрастает. Медленная ферментация также снижает риск избыточного образования молочной кислоты, которая может закислять рубец и приводить к ацидозу.

Кроме того, кукуруза содержит жиры, которые могут повышать жирность молока. В её составе также присутствуют витамины (группы В, Е, бета-каротин — предшественник витамина А) и минералы (фосфор, калий, магний).

Включение кукурузы в состав комбикормов улучшает поедаемость кормов. Это связано с её хорошими вкусовыми качествами, особенно при обработке (например, плющении), которая повышает доступность питательных веществ.

Однако избыток кукурузы в рационе, особенно для коров с низкой продуктивностью или на поздних стадиях лактации, может быть вреден. Легкоусвояемые углеводы, содержащиеся в кукурузе, при избыточном поступлении могут приводить к ожирению. Кроме того, нарушение баланса между энергией и другими питательными веществами может спровоцировать метаболические расстройства, например, нарушение обмена веществ.

При составлении рациона важно учитывать несколько факторов [3,9]. Например, что касается стадии лактации, то в период пика лактации (обычно 6–8 недель после отёла) потребность в энергии максимальна, поэтому доля кукурузы в рационе может быть выше. На поздних стадиях лактации, когда продуктивность снижается, количество кукурузы следует сокращать.

Кукуруза должна входить в состав сбалансированного рациона, который включает грубые корма (сено, силос), белковые добавки и минеральные подкормки. Необходимо контролировать соотношение энергии, протеина, клетчатки и других питательных веществ.

Важно использовать кукурузу надлежащего качества, без признаков порчи или загрязнения микотоксинами (токсинами, которые могут продуцировать плесневые грибы).

Не надо забывать и о способах обработки кукурузы. Измельчение зерна улучшает перевариваемость, но слишком мелкое дробление может ускорить ферментацию в рубце.

Рекомендации по количеству кукурузы в рационе варьируются в зависимости от конкретных условий (порода коровы, качество корма, технология кормления и т. д.). В среднем кукуруза может составлять от 20 до 50% от общего количества концентратов в рационе, но точные пропорции должен определять зоотехник или ветеринар с учётом индивидуальных особенностей животных.

Для высокопродуктивных коров в период пика лактации кукуруза служит важным источником энергии, позволяющим компенсировать дефицит питательных веществ, возникающий из-за высоких затрат на синтез молока. Включение кукурузы в состав комбикормов в этот период способствует улучшению поедаемости кормов, поддержанию оптимальной жирности молока и предотвращению отрицательного энергетического баланса. В то же время для коров на поздних стадиях лактации или с более низкой продуктивностью доля кукурузы в рационе должна быть скорректирована с учётом снижения потребности в энергии — избыток легкоусвояемых углеводов может привести к ожирению и нарушению обмена веществ.

Рациональное использование кукурузы в составе комбикормов требует соблюдения баланса рациона по клетчатке, протеину, витаминам и минералам. Несмотря на высокую энергетическую ценность, кукуруза относительно бедна клетчаткой (около 2–3 % сырого волокна), поэтому её необходимо сочетать с источниками структурной клетчатки — высококачественным сеном, силосом из кукурузы в фазе молочно восковой спелости или травяными кормами. Оптимальное соотношение компонентов позволяет обеспечить нормальную моторику рубца, поддержать микробиальную активность и добиться максимальной конверсии корма в продукцию.

Грамотное включение кукурузы в рационы дойных коров действительно является эффективным решением в современном кормопроизводстве, что подтверждается научными исследованиями. Кукуруза, благодаря высокому содержанию крахмала и энергии, позволяет оптимизировать кормление, повысить удои, улучшить качество молока и снизить затраты на производство. При этом ключевую роль играют учёт стадии лактации, уровня продуктивности животных и сбалансированность рациона.

Научные исследования демонстрируют положительное влияние кукурузы на молочную продуктивность. Исследование с использованием зерна кукурузы проводили Пушкарев, И. А., Швецов, Н. Н. В их работах изучалась эффективность включения зерна кукурузы в рационы лактирующих коров, которое способствовало росту молочной продуктивности [14,15].

Таким образом, грамотное включение кукурузы в рационы дойных коров, учитывающее стадию лактации, уровень продуктивности и общую структуру рациона, является оправданным и эффективным решением в современном кормопроизводстве. Это не только способствует повышению удоев и улучшению качества молока, но и позволяет оптимизировать затраты на кормление, обеспечивая устойчивое развитие молочного скотоводства в различных климатических зонах Российской Федерации.

Выводы.

1. Кукуруза отличается высоким содержанием крахмала (до 70 % сухого вещества) и энергии, а относительно медленная ферментация её крахмала в рубце способствует стабилизации микрофлоры и снижает риск ацидоза по сравнению с другими зерновыми культурами.
2. В современных условиях концентрированные корма, включая кукурузу, активно используются в рационах дойных коров — особенно в период пика лактации, что позволяет повысить удои и рентабельность производства, о чём свидетельствуют результаты научных исследований.
3. Кукурузу следует включать в комбикорма с учётом стадии лактации и продуктивности коров: в период раздоя допустимо до 20–50 % кукурузы от общего количества концентратов, а на поздних стадиях лактации долю необходимо снижать во избежание ожирения и нарушений обмена веществ.

Литература

1. Влияние разных продуктивных типов и живой массы коров черно-пестрой породы на пожизненную молочную продуктивность / Г. П. Бабайлова, Т. И. Березина, Е. Д. Бузмакова, А. В. Ковров // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : Сборник статей Международной научно-практической конференци, Киров, 16 февраля 2017 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 7-13.
2. Молочная продуктивность разных продуктивных типов голштинизированных коров черно-пестрой породы / Г. П. Бабайлова, Т. И. Березина, Е. Д. Бузмакова, А. В. Ковров // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : Сборник статей Международной научно-практической конференци, Киров, 16 февраля 2017 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 14-25.
3. Бабайлова, Г. П. Состояние племенной работы в стаде крупного рогатого скота в СПК "Новый" Тужинского района / Г. П. Бабайлова, Ю. А. Тюрина, Е. Д. Бузмакова // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : Сборник статей международной научно-практической конференции, Киров, 12–13 марта 2018 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 22-26.
4. Бекмеметьева, М. И. Анализ качества кефира удмуртских производителей / М. И. Бекмеметьева, Е. Д. Бузмакова, А. С. Сюткина // От импортозамещения к экспортному потенциалу: научное обеспечение инновационного развития животноводства и биотехнологий, Екатеринбург, 25–26 февраля 2021 года. – Екатеринбург : Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 8-13.
5. Бузмакова, Е. Д. Влияние кормления на результаты соревнований спортивных лошадей / Е. Д. Бузмакова, О. В. Бякова // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов : Сборник трудов VI научно-практической конференции с международным участием, Киров, 28 ноября 2024 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 32-38.

6. Бузмакова, Е. Д. Качество мяса коз и его товарные свойства / Е. Д. Бузмакова // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов : Сборник трудов V научно-практической конференции с международным участием, Киров, 30 ноября 2023 года. – Киров : ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2023. – С. 10-12.
7. Бузмакова, Е. Д. Особенности кормления телят в СПК колхоз "Ленинец" Пижанского района Кировской области / Е. Д. Бузмакова, Н. П. Царегородцева // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов : Сборник трудов IV научно-практической конференции с международным участием, Киров, 30 ноября 2022 года. – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 24-29.
8. Бузмакова, Е. Д. Поедаемость кормов лошадьми в зависимости от их темперамента / Е. Д. Бузмакова // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов : Сборник трудов V научно-практической конференции с международным участием, Киров, 30 ноября 2023 года. – Киров : ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2023. – С. 16-20.
9. Потребность в питательных веществах при интегрированной системе кормопроизводства для крупного рогатого скота / В. С. Зернов, В. Р. Зернов, Е. Д. Бузмакова, С. Г. Амосова // Вопросы физиологии, содержания и кормления, селекции с.-х. животных, биологии пушных зверей и птиц, охотоведения : Материалы научно-практической конференции, Киров, 14–15 декабря 2004 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2004. – С. 75-77.
10. Кислицына, Н. А. Кормление коз в разные физиологические периоды / Н. А. Кислицына, Е. Д. Бузмакова // Знания молодых – будущее России : Сборник статей XIX Международной студенческой научной конференции, Киров, 07–09 апреля 2021 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2021. – Часть 2. – С. 97-100.
11. Кузякина, Л. И. Поведение телок при использовании витаминно-минерального премикса / Л. И. Кузякина, Е. Д. Бузмакова // Зоотехния. – 2020. – № 3. – С. 12-14.
12. Першина, З. Н. Анализ продуктивности долголетних и высокоудойных коров молочных пород / З. Н. Першина, Е. Д. Бузмакова, Т. И. Головенкина // Резервы увеличения производства продукции животноводства : Сборник научных трудов. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 1991. – С. 4-11.
13. Попова, О. Д. Влияние различных факторов на жирность молока / О. Д. Попова, С. Н. Шастина // Знания молодых – будущее России : Сборник статей XXIII Международной студенческой научной конференции, Киров, 09–11 апреля 2025 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. – С. 66-71.
14. Пушкарев, И. А. Баланс азота и переваримость питательных веществ рациона лактирующими коровами в период раздоя при включении в состав рациона влажного дробленого зерна кукурузы / И. А. Пушкарев, А. П. Косарев, К. В. Киреева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5 (163). – С. 102-106.
15. Швецов, Н. Н. Использование проращенных экструдированных зерновых кормов в кормосмесях для дойных коров / Н. Н. Швецов, М. Ю. Иевлев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 56-58.

УДК 636.084

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ В КЛЕТОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Попова О. Д. – магистрант 1 курса института биологии и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые особенности кормления енотовидной собаки в условиях клеточного содержания. В ней описаны подходящие рационы и режим

питания с учётом сезона, периодов спячки, а также возрастных и физиологических особенностей.

Ключевые слова: енотовидная собака, кормление, рацион, клеточное содержание, режим питания

Енотовидная собака (Nyctereutes procyonoides), также известная как уссурийская собака или уссурийский енот, - хищное млекопитающее семейства псовых. Животное обладает коренастым туловищем, короткими лапами, хвостом средней длины и характерной «маской» на морде, напоминающей енота-полоскуна.

Естественные земли, где водятся енотовидные собаки, - это Уссурийский край и страны Восточной Азии. В XX веке их успешно переселили и в некоторые уголки Европы. В дикой среде эти животные предпочитают селиться у водоёмов, в лесных чащах и среди густых кустов, а проявляют наибольшую активность с наступлением сумерек и в ночные часы [3].

Цель. Выявить особенности кормления енотовидной собаки в клеточных условиях для оптимизации рациона и поддержания здоровья животных.

Задачи:

1. Проанализировать особенности рационов енотовидной собаки при клеточном содержании и в дикой природе в разные сезоны года.
2. Оценить влияние различных компонентов в рационе енотовидных собак на их физиологические показатели.
3. Установить оптимальный баланс питательных веществ в рационе енотовидных собак для получения шкурок высокого качества в зависимости от возраста и условий содержания.

Всеядность и гибкость рациона в сочетании со способностью впадать в зимний сон и устойчивостью к временным дефицитам пищи существенно определяют особенности кормления енотовидных собак в неволе. При этом их пониженная активность относительно других представителей семейства псовых и повышенная чувствительность к жаре также должны учитываться при составлении рациона. В отличие от большинства псовых, енотовидная собака впадает в зимний сон, глубина и продолжительность которого зависят от климата и упитанности особи. В суровых условиях сон глубокий и длительный (до 4–5 месяцев), в мягких - кратковременный или отсутствует. В этот период метаболизм замедляется на 30–50 %, а потребность в корме снижается до минимума. В природе животные часто сталкиваются с нехваткой пищи, особенно ранней весной. Организм эффективно расходует жировые запасы без серьёзного ущерба для здоровья. Эта адаптация позволяет в неволе вводить разгрузочные дни.

В отличие от многих хищников, енотовидные собаки не гонятся за добычей на большие расстояния, отдавая предпочтение малоактивному способу добычи пищи. Они чаще подкарауливают жертву или питаются падалью, активно добывая также насекомых, земноводных и мелких грызунов. Кроме того, значительную часть их рациона составляют растительные корма: ягоды, плоды и злаки.

Соотношение длины кишечника к длине тела составляет 1:12 (у типичных плотоядных - 1:4–1:6). Увеличенная длина кишечника свидетельствует о приспособленности к усвоению растительной пищи и кормов смешанного типа. Кроме этого у енотовидных собак слабо развиты клыки, уплощенные поверхности коренных зубов и менее кислая среда желудка по сравнению с типичными хищниками.

В связи с этим можно сделать вывод, что енотовидные собаки больше относятся к всеядным животным, следовательно, им не требуется высокобелковое питание. Избыток белка может создать нагрузку на почки и печень и спровоцировать нарушение обмена веществ. Оптимальное соотношение компонентов рациона представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Соотношение компонентов рациона для енотовидных собак в неволе и дикой природе

Категория	Доля в рационе, %	Состав
Растительные компоненты	40–60	Овощи: морковь, свёкла, картофель, кабачки. Фрукты: яблоки, груши. Ягоды: рябина, черника. Зерновые: овёс, пшеница, рис, греча, отруби.
Животные корма	30–40	Мясо: говядина, курица, индейка. Субпродукты: печень, сердце, рубец. Рыба: морская и речная, без костей. Насекомые: мучные черви, сверчки. Живой корм: мыши, лягушки.
Добавки	10–20	творог, яйца (варёные), кисломолочные продукты (кефир, йогурт), витаминно-минеральные добавки (особенно важны зимой), дрожжи (источник витаминов группы В.
Запрещённые продукты	-	Жирные сорта мяса (свинина). Острые, солёные, копчёные блюда. Сладости, шоколад. Лук, чеснок; Кости (особенно трубчатые).

Согласно установленным данным, енотовидные собаки в дикой природе могут использовать для своего питания ягоды, насекомых, мышей и лягушек. В неволе эти ингредиенты могут быть заменены вареными яйцами, творогом, какими-либо другими кисломолочными продуктами и различными белково-витаминно-минеральными добавками.

Весной и летом енотовидная собака питается преимущественно в вечерние и ночные часы. Она выходит на поиски пищи после заката и может кормиться несколько раз за ночь, добывая насекомых, грызунов, амфибий и растительную пищу по мере нахождения. Продолжительность и частота кормёжек варьируются: если добыча найдена быстро, животное может вернуться в убежище, а затем снова выйти на охоту; если корма мало - проводит больше времени в поисках. Осенью, в период накопления жировых запасов, она может кормиться и днём - чаще всего с 12 до 15 часов. Зимой животное впадает в зимний сон с кратковременными выходами во время оттепелей, а в тёплые зимы или в южных районах остаётся активным, но сокращает частоту и длительность кормёжек [5].

В условиях клеточного содержания рекомендуется двухразовое питание - утром и вечером, с учётом суточной активности животного (пик приходится на сумерки). Порции должны соответствовать возрасту, массе и физиологическому состоянию животного. У молодняка от 1 до 6 месяцев трёхразовое кормление, увеличенная доля белка и кальция для роста, включение кисломолочных продуктов. Беременным самкам требуется увеличение порций на 20–30%, делается акцент на животные белки и витамины A, D, E. Для лактирующих самок устанавливают четырёхразовое питание, обогащают рацион кальцием и фосфором. У взрослых особей, особенно в период покоя делают акцент на растительные компоненты, в результате чего калорийность рациона снижается. В зимний период, во время «спячки» проводят резкое сокращение порций или временно прекращают кормить, то есть кормят 1–2 раза в неделю с минимальным количеством корма. Сразу после пробуждения постепенно объем корма увеличивают, начинают скармливать вначале легкоусвояемые корма, например, творог и каши.

Обязательным условием при клеточном содержании енотовидных собак являются разгрузочные периоды, которые имитируют естественные условия обитания и помогают поддерживать нормальную работу пищеварительной системы, предотвращают ожирение, регулируют обмен веществ и стимулируют активность животного. Как правило разгрузочные дни устраивают перед наступлением зимнего сна – за 2-3 недели, в фазе зимнего сна и после пробуждения – в первые 7-10 дней. Кроме этого можно такие дни устраивать в периоды низкой активности животного и летом 1 раз в неделю.

Исследования Заболотского подтвердили необходимость снижения доли животных белков в рационе и введения регулярных разгрузочных периодов. Эксперименты показали, что животные, получавшие сбалансированный смешанный корм с периодическими ограничениями, демонстрировали лучшее состояние здоровья, у них была более блестящая шерсть и отсутствовали признаки авитаминоза. Также при этом улучшилось вынашивание потомства у самок и повышение выживаемости щенков [4].

Использование растительных компонентов в составе рациона енотовидных собак, обеспечивают их клетчаткой, витаминами и микроэлементами, что положительно сказывается на работе пищеварительной системы и общем тонусе животных. Овощи (морковь, свёкла, кабачки) и фрукты (яблоки, груши) обогащают рацион каротином и витамином С, способствуя укреплению иммунитета и улучшению состояния шерстного покрова. Зерновые культуры (овёс, пшеница, рис, греча) и отруби служат источником углеводов и клетчатки, обеспечивая необходимую энергию и нормализуя перистальтику кишечника. Однако избыток растительных компонентов без соответствующего баланса животных белков может привести к дефициту незаменимых аминокислот и снижению мышечной массы.

Животные корма очень важны для поддержания белкового обмена и физиологической активности енотовидных собак. Мясо говядина, курица, индейка и субпродукты предоставляют полноценный белок, железо и витамины группы В, что напрямую влияет на уровень гемоглобина, выносливость и репродуктивную функцию. Рыба обогащает рацион омега-3 жирными кислотами, улучшая состояние кожи и шерсти, а также поддерживает работу сердечно-сосудистой системы. Недостаток животных компонентов может вызвать замедление роста у молодняка, ухудшение качества шерсти и снижение репродуктивной активности у взрослых особей.

Было бы полезно использовать в рационах мучных червей и сверчков, по возможности и живой корм - мышей, лягушек, которые не только дополняют протеиновую часть питания, но и стимулируют естественное охотничье поведение, снижая стресс в условиях клетки.

Дополнительные источники питательных веществ играют ключевую роль в компенсации сезонного дефицита витаминов и минеральных элементов. Творог и кисломолочные продукты обеспечивают рацион кальцием и пробиотиками, которые укрепляют костную ткань и стабилизируют микрофлору кишечника. Варёные яйца служат источником высококачественного белка, витаминов А, D и Е, а также лецитина, важного для работы нервной системы. Витаминные и минеральные добавки, особенно актуальные зимой, предотвращают авитаминоз, рахит и другие метаболические нарушения. Дрожжи как источник витаминов группы В способствуют нормализации обмена веществ, улучшению состояния кожи и шерсти. В клеточных условиях сбалансированное сочетание всех компонентов рациона позволяет поддерживать стабильную массу, высокую активность, хорошее состояние шерстного покрова и репродуктивное здоровье енотовидных собак, тогда как дисбаланс ведёт к ожирению, авитаминозу или белковой недостаточности, что негативно отражается на общем физиологическом состоянии животных.

Кроме этого необходимо с большой осторожностью вводить новые корма, как правило их вводят в течение 7-10 дней, чтобы не было расстройства пищеварения. И соответственно учитывать сезоны года, так летом можно увеличить долю овощей и фруктов, зимой упор больше делать на белки и жиры.

Для получения шкурок высокого качества у енотовидных собак важно грамотно установить баланс питательных веществ с учётом возраста животных и условий их содержания. В рационе обязательно должны присутствовать белки, поскольку они служат основой для роста и поддержания качества волосяного покрова, а их недостаток приводит к истощению и ослаблению иммунитета. Взрослым особям требуется достаточное количество животного белка из мяса, субпродуктов и рыбы, тогда как растительные белки не могут полностью его заменить.

Оптимальный баланс питательных веществ в рационе енотовидных собак для получения шкурок высокого качества должен учитывать возрастные физиологические

потребности и специфику условий содержания, начиная с периода щенения и заканчивая зрелостью. В период роста щенков (1–6 месяцев) рацион должен содержать не менее 35–40 % высококачественного животного белка на сухое вещество, преимущественно из мяса птицы, рыбы и субпродуктов, чтобы обеспечить формирование крепкой мышечной ткани и развитие волосяного покрова. Жировая составляющая в этот период не должна превышать 15–18 %, поскольку избыток жиров может привести к раннему ожирению и нарушению структуры шерсти [1].

Легкоусвояемые углеводы (15–20 %) в виде отварного риса и овсяной крупы обеспечивают необходимую энергию, но их доля строго контролируется, чтобы избежать гипергликемии и снижения качества остевого волоса. У взрослых енотовидных собак (6–36 месяцев), содержащихся в уличных вольерах в условиях умеренного климата, потребность в энергии повышается, поэтому долю жиров увеличивают до 20–22 %, сохраняя уровень белка на уровне 30–35 %.

В зимний период, при отрицательных температурах, калорийность рациона повышают на 15–20 % за счёт добавления рыбьего жира и говяжьего сала, что помогает поддерживать терморегуляцию и качество подшёрстка. В репродуктивный период (гон, беременность, лактация) самкам увеличивают долю белка до 38–42 %, вводят дополнительные источники витаминов группы В (дрожжи, печень) и фолиевой кислоты (1,5–2 мг/кг) для профилактики аномалий развития плодов. Для животных в условиях клеточного содержания, где физическая активность ограничена, снижают долю легкоусвояемых углеводов до 10–12 % и увеличивают клетчатку до 10 %, чтобы предотвратить ожирение и связанные с ним нарушения обмена веществ. Легкоусвояемые углеводы могут присутствовать в умеренном количестве, например, в виде овсянки, риса или гречки, но их переизбыток провоцирует скачки сахара в крови и может ухудшить состояние шерсти [7].

Клетчатка (6–8 %) из тёртых овощей (морковь, кабачок) и пшеничных отрубей поддерживает перистальтику кишечника и микрофлору, предотвращая диарею или запоры. Витамин А (не менее 8000 МЕ/кг корма) критически важен для регенерации эпителия кожи и роста шерсти, а витамин Е (50–70 мг/кг) действует как антиоксидант, защищая волосяные фолликулы от окислительного стресса.

Минеральные элементы, в частности цинк (50–60 мг/кг), напрямую влияют на пигментацию и густоту меха, а соотношение кальция и фосфора 1,2 : 1 (10–12 г Са и 8–9 г Р на 1 кг корма) обеспечивает нормальное развитие скелета у молодняка.

Важным элементом является регулярный контроль уровня железа (30–40 мг/кг) и меди (8–10 мг/кг), дефицит которых приводит к тусклости и ломкости шерсти. Дополнительно вводят селен (0,2–0,3 мг/кг) как синергист витамина Е для усиления антиоксидантной защиты волосяных луковиц. Рацион дополняют натуральными источниками омега-3 жирных кислот (лососёвое масло, льняное семя) в дозе 2–3 г/кг корма для улучшения эластичности кожи и блеска меха [2]. Кормление проводят строго по графику - 2 раза в день для взрослых и 3–4 раза для щенков, с контролем поедаемости и корректировкой порций по упитанности животного.

Стрессовые факторы, такие как шум или яркий свет, могут нарушать пищеварение и аппетит, что отражается на состоянии шерсти. Разнообразие кормов помогает предотвратить дефицит отдельных питательных веществ, а использование витаминно-минеральных добавок позволяет точно корректировать баланс веществ. Качество кормов должно быть высоким, так как испорченные продукты способны вызвать отравление и ухудшить общее состояние животных. Вода должна быть доступна постоянно, а порции следует подбирать так, чтобы животные съедали их полностью, но не переедали. Регулярное кормление в одно и то же время способствует стабильному пищеварению и лучшему усвоению питательных веществ. Таким образом, оптимальный баланс белков, жиров, углеводов, клетчатки, витаминов и минеральных элементов с учётом возраста и условий содержания напрямую влияет на качество получаемых шкурок [6].

Для получения высококачественных шкурок енотовидных собак в звероводческих хозяйствах особое внимание уделяется рациону в период подготовки к забою. Основная цель - обеспечить оптимальное развитие волосяного покрова, его густоту, блеск и равномерную пигментацию, а также предотвратить дефекты опушения.

Суточная норма корма зависит от массы тела животного, его возраста и физиологического состояния. В среднем взрослая енотовидная собака потребляет 600–800 г корма в сутки. Перед забоем рацион корректируют, увеличивая долю энергоёмких компонентов (жиров, белка), чтобы обеспечить оптимальное развитие опушения и накопление подкожного жира, который улучшает качество меха (таблица 2).

Таблица 2 – Структура рациона енотовидных собак перед убоем, живая масса 6–8 кг, %

Компонент рациона	Доля в энергии рациона, %	Количество корма, г	Основные источники
Мясо и субпродукты	45–50	250–300	Говядина, курятина, сердце, печень, лёгкое.
Рыба и рыбные отходы	10–15	100–150	Минтай, треска, отходы переработки рыбы.
Жиры животные и рыбий жир	20–25	50–70	Говяжий жир, свиной жир, рыбий жир
Крупы (источники углеводов)	10–12	80–100 от сухого веса	Овсянка, рис, гречка (в варёном виде)
Овощи и корнеплоды	5–7	80–120	Морковь, кабачок, тыква, картофель вареный
Отруби пшеничные	3–5	30–50	Пшеничные отруби - источник клетчатки
Итого	100	600-850	

За 4–6 недель до забоя рацион переводят на указанную структуру, чтобы обеспечить накопление подкожного жира и развитие густого подшёрстка. Все корма должны быть свежими, без признаков порчи. Рыба - только промороженная (профилактика гельминтозов). Добавки не входят в процент по энергии, но обязательны, такие как премикс витаминно-минеральный - по инструкции производителя (обычно 2–3 % от массы сухих компонентов), витамин А (8000–10 000 МЕ/кг корма), витамин Е (50–70 мг/кг), цинк (50–60 мг/кг), селен (0,2–0,3 мг/кг).

В холодный период долю жиров можно увеличить на 3–5 %, в жару - слегка снизить. Еженедельно оценивают упитанность и состояние шерсти. При признаках ожирения снижают долю жиров и круп на 10 %. Такой рацион обеспечивает оптимальное развитие волосяного покрова, равномерную пигментацию, блеск и густоту меха, что напрямую влияет на качество шкурок.

Выводы: 1. Согласно научным данным енотовидные собаки в дикой природе питаются несколько раз в сутки, преимущественно в вечернее время. Также у них наблюдается более повышенная потребность в энергии и питательных веществах перед спячкой и в весенний период, после выхода из спячки. В клеточных условиях необходимо проводить регулярные разгрузочные периоды.

2. Енотовидные собаки больше относятся к всеядным животным, следовательно, им не требуется высокобелковое питание. Избыток белка может создать нагрузку на почки и печень и спровоцировать нарушение обмена веществ, поэтому растительные компоненты в структуре рациона занимают до 60% по питательности.

3. За 4–6 недель до забоя рацион енотовидных собак изменяют, увеличивая корма животного происхождения до 65-75 %, уменьшая растительные корма до 25-35%, чтобы обеспечить накопление подкожного жира и развитие густого подшёрстка. Все корма должны быть свежими, без признаков порчи.

Литература

1. Бузмакова, Е. Д. Ожирение собак и разработка диетических рационов для программы снижения массы тела / Е. Д. Бузмакова, О. Д. Попова // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов : Сборник трудов II научно-практической конференции с международным участием, Киров, 27–29 октября 2020 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 71-77. – EDN GPDQTR.
2. Бузмакова, Е. Д. Кормление хорьков в домашних условиях / Е. Д. Бузмакова // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов : Сборник трудов V научно-практической конференции с международным участием, Киров, 30 ноября 2023 года. – Киров : ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2023. – С. 13-15. – EDN VSODZQ.
3. Домский, И. А. Звероводство / И. А. Домский, И. А. Плотников // Большая российская энциклопедия. Том 10. – Москва : Большая Российская Энциклопедия, 2008. – С. 338-340. – EDN NBBBIB.
4. Применение биологически активных добавок и препаратов в кормлении пушных зверей / И. А. Домский, И. А. Плотников, О. Ю. Беспятых [и др.]. – Киров : Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. Б.М. Житкова РАСХН, 2020. – 173 с. – EDN XPRTKT.
5. Евенко, О. Е. Влияние седимина на развитие молодняка енотовидных собак с дефектами волосяного покрова : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук : специальность 06.02.09 "Звероводство и охотоведение" / Евенко Ольга Евгеньевна. – Киров, 2007. – 144 с. – EDN NOLHSL.
6. Плотников, И. А. Отличительные особенности клеточного разведения енотовидных собак (Nyctereutes Procyonoides Gray, 1834) / И. А. Плотников, Ю. С. Ворожцова // Инновации в повышении продуктивности сельскохозяйственных животных : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 19 сентября 2017 года. – Краснодар : ФГБУ "Российское энергетическое агентство" Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ- филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России, 2017. – С. 135-137. – EDN ZTRHSN.
7. Технологические особенности содержания енотовидной собаки (Nyctereutes Procyonoides Gray, 1834) / И. А. Плотников, А. Е. Кокорина, О. Ю. Беспятых, Ю. С. Ворожцова // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : Сборник статей Международной научно-практической конференци, Киров, 16 февраля 2017 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 73-79. – EDN YIKJKN.

УДК 636.5.033 (636.5.085.35)

ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА КУР-НЕСУШЕК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «НУКЛЕОСТИМ»

Рахимкулова Р. Л. – магистрант 1 курса обучения факультета биотехнологий и ветеринарной медицины
Научный руководитель – Гадиев Р. Р., д-р с.-х. наук, профессор
ФГОБУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, Россия

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования продуктивных качеств кур-несушек при использовании кормовой добавки «Нуклеостим». Подробно анализируются влияние добавки на яйценоскость, массу яиц и общую продуктивность птицы. Исследования проведены в разных условиях с целью выявления оптимальной дозировки и режима применения «Нуклеостима». Выводы показывают, что применение данной добавки способствует улучшению продуктивных показателей, повышению качества яиц и укреплению общего здоровья кур, что делает «Нуклеостим» перспективной добавкой для птицеводства.

Ключевые слова: продуктивные качества, нуклеостим, куры-несушки, сохранность, кормовая добавка

Промышленное птицеводство является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей сельского хозяйства, обеспечивая население доступным и высококачественным источником белка – мясом и яйцами птицы. В условиях растущего спроса и необходимости повышения конкурентоспособности, особое значение приобретает поиск и внедрение инновационных решений, направленных на оптимизацию производственных процессов и повышение продуктивных качеств сельскохозяйственной птицы. Среди ключевых факторов, определяющих экономическую эффективность производства яиц, важное место занимает состояние здоровья и физиологические особенности кур-несушек, напрямую влияющие на их яйценоскость, качество снесенных яиц и общую сохранность поголовья [2].

Кормовая добавка «Нуклеостим», представляющая собой комплекс биологически активных веществ, направленных на стимуляцию роста и развития, повышение иммунитета и улучшение обмена веществ, привлекает внимание исследователей и практиков птицеводства. Потенциал данного продукта в улучшении физиологических показателей и, как следствие, продуктивных качеств кур-несушек, требует систематического изучения и объективной оценки.

Куры-несушки играют важную роль в сельском хозяйстве, обеспечивая значительное количество яиц для потребления [4]. Оптимизация продуктивности и поддержание здоровья сельскохозяйственной птицы достигается путем комплексного применения различных стратегий кормления и использования биологически активных добавок. В этом контексте особое внимание заслуживает «Нуклеостим» – перспективное решение в виде водорастворимой биологической добавки, доказавшее свою эффективность в стимулировании метаболических процессов и улучшении общей продуктивности кур [3].

Цель исследования: Изучение влияния кормовой добавки «Нуклеостим» на продуктивные показатели кур-несушек.

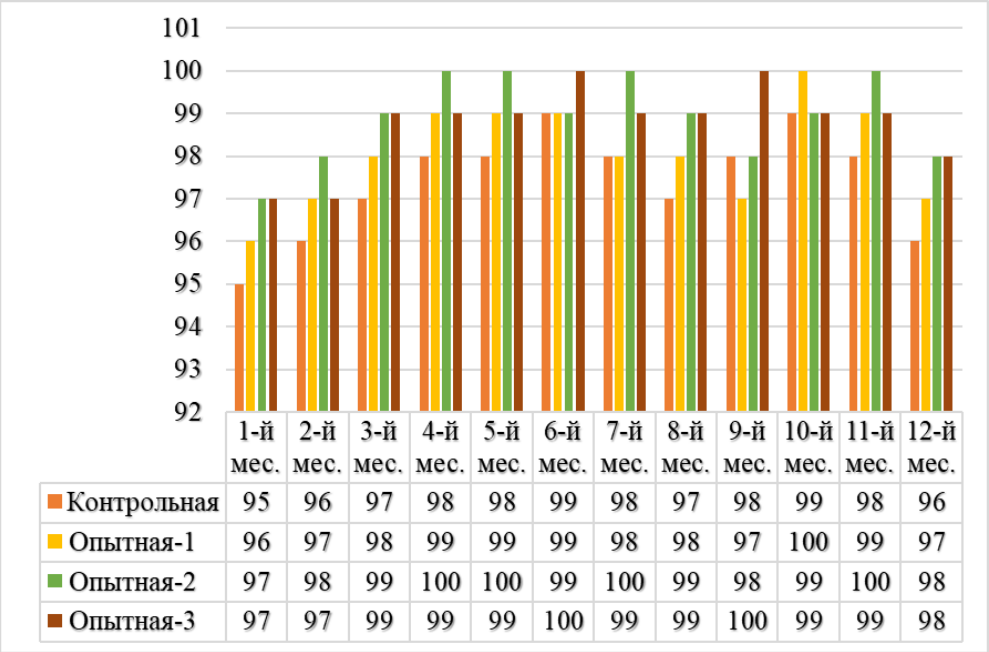
Материалы, методы и объекты исследований: Премикс применяется с водой для поения ежедневно в течение 3-7 дней. Для эффективной подачи подготовленного раствора через автоматизированные линии поения, необходимо предварительно приготовить маточный раствор. Это достигается путем растворения 1 кг премикса в 50-100 литрах воды. Процесс растворения, занимающий около 10 минут при постоянном перемешивании, завершается получением прозрачного жидкого состава.

Опыт был проведен на курах-несушках промышленного стада. Для этого по принципу аналогов было сформировано 4 группы по 100 голов кур-несушек. В основной рацион кур-несушек контрольной группы кормовую добавку не включали. Согласно рекомендациям производителей кормовой добавки, «Нуклеостим» включали в состав рациона в количестве - 0,5, 0,75 и 1 г на 10 литров воды для опытной 1, 2 и 3 соответственно (табл. 1).

Таблица 1 – Схема исследований

Группа	Поголовье, гол.	Дозировка исследуемого биологически активного вещества, кратность применения	Срок проведения опыта, недель
Контрольная	100	Основной рацион (ОР)	52
Опытная-1	100	ОР + биостимулятор «Нуклеостим» в дозе 0,50 г/ 10 л воды (в течение 30 суток с перерывом 7 дня)	52
Опытная-2	100	ОР + биостимулятор «Нуклеостим» в дозе 0,75 г/10 л воды (в течение 30 суток с перерывом 7 дня)	52
Опытная-3	100	ОР + биостимулятор «Нуклеостим» в дозе 1 г/10 л воды (в течение 30 суток с перерывом 7 дня)	52

Жизнеспособность поголовья птицы является результатом взаимодействия целого ряда условий, среди которых ключевую роль играет сбалансированное питание [1]. Показатель сохранности птицы, служащий одним из наиболее важных индикаторов ее жизнеспособности, напрямую коррелирует с экономической эффективностью в сфере промышленного птицеводства (рис.1).



	1-й мес.	2-й мес.	3-й мес.	4-й мес.	5-й мес.	6-й мес.	7-й мес.	8-й мес.	9-й мес.	10-й мес.	11-й мес.	12-й мес.
Контрольная	95	96	97	98	98	99	98	97	98	99	98	96
Опытная-1	96	97	98	99	99	99	98	98	97	100	99	97
Опытная-2	97	98	99	100	100	99	100	99	98	99	100	98
Опытная-3	97	97	99	99	99	100	99	99	100	99	99	98

Рисунок 1 – Сохранность кур-несушек

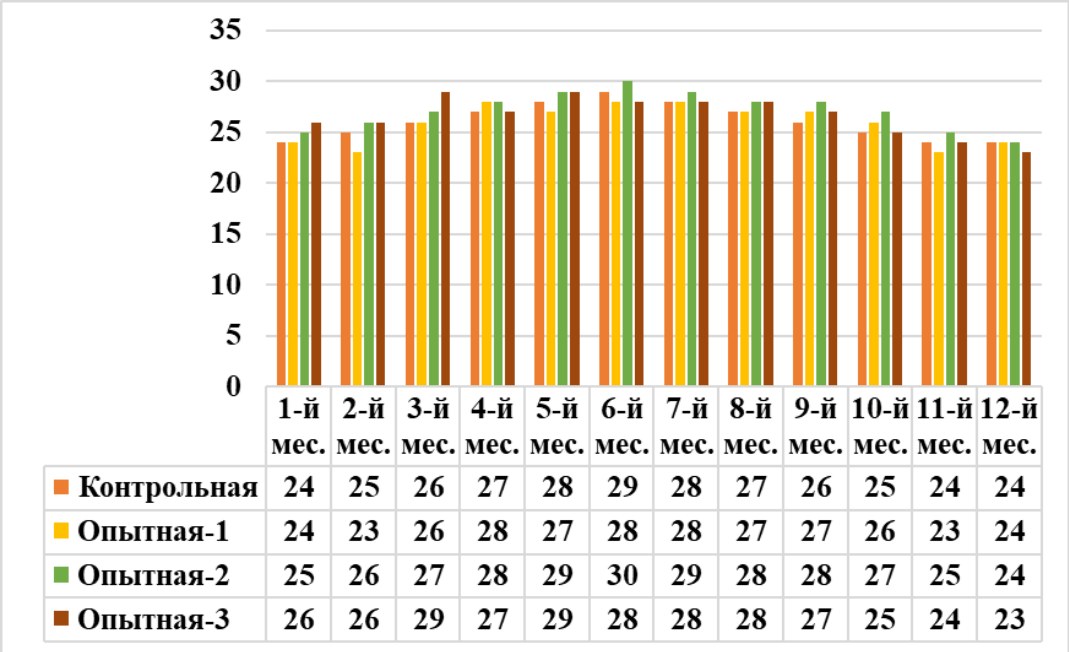
Анализ данных о движении поголовья кур-несушек за исследуемый период показал, что наиболее низкая сохранность характерна для первого месяца яйцекладки, в которой отход составил от 2 % в контрольной группе до 1% во второй и третьей опытных группах. Наилучшей жизнеспособностью характеризовалась птица 2 и 3 опытных групп, где добавление кормовой добавки «Нуклеостим», в которых составило 0,75 и 1,0 г на 10 л. соответственно, сохранность в них составила 98,0 %. Введение кормовой добавки «Нуклеостим» способствовало повышению сохранности птицы опытных групп.

Уровень яйценоскости – фундаментальный параметр, определяющий продуктивность сельскохозяйственных птиц яичного направления. Для его количественной оценки подсчитывают количество снесенных яиц несушкой за определенные временные интервалы (неделя, месяц, год, биологический цикл). Яйценоскость подвержена негативному воздействию таких факторов, как смена оперения (линька) и инстинкт высиживания яиц, особенно выраженный у мясных пород. Интенсивность этих процессов прямо пропорциональна снижению общей яичной продуктивности. Для большинства видов птиц характерно возрастное уменьшение яйценоскости, однако гуси демонстрируют уникальную тенденцию к росту этого показателя на второй-третий год своей жизни [2].

Исторически, селекция сельскохозяйственной птицы – от создания пород до формирования современных линий и кроссов – была неразрывно связана с направленным отбором на выраженность признака яйценоскости. Исследователи как в России, так и за рубежом, активно изучали и продолжают изучать вопросы, касающиеся селекции птицы с целью оптимизации данного показателя [4].

Анализ представленных данных позволяет констатировать, что птица из группы №2 (экспериментальная) продемонстрировала самый высокий среднегодовой показатель яйценоскости, составивший 333 яйца. Это свидетельствует об эффективности примененных в данной группе кормовых решений или технологических приемов, направленных на повышение

продуктивности. Результат экспериментальной группы №2 превысил показатели контрольной группы на 20 яиц (313 яиц) и опытной группы №3 на 7 яиц (326 яиц). Интересно, что в течение первого месяца эксперимента группа №3 показала значительный прирост яиц по сравнению с контролем и другими опытными группами, достигнув 28 яиц (на 4 яйца больше, чем контрольная группа – 24 яйца).



	1-й мес.	2-й мес.	3-й мес.	4-й мес.	5-й мес.	6-й мес.	7-й мес.	8-й мес.	9-й мес.	10-й мес.	11-й мес.	12-й мес.
Контрольная	24	25	26	27	28	29	28	27	26	25	24	24
Опытная-1	24	23	26	28	27	28	28	27	27	26	23	24
Опытная-2	25	26	27	28	29	30	29	28	28	27	25	24
Опытная-3	26	26	29	27	29	28	28	28	27	25	24	23

Рисунок 2 – Яйценоскость на среднюю несушку, шт.

Как и ожидалось, во всех группах зафиксировано падение яйценоскости в заключительные месяцы исследования, что является естественным следствием возрастных биологических циклов и условий содержания птицы.

Таким образом, данные эксперименты показывают значительные улучшения в яичной продуктивности кур-несушек, что подчеркивает важность правильного выбора методов кормления и управления, а также возможность выбора кур с высокими генетическими показателями яйценоскости для повышения общего производства яиц. Применение кормовой добавки «Нуклеостим» может рассматриваться как потенциальный инструмент для повышения яйценоскости кур-несушек.

Литература

1. Промышленное птицеводство / Ф. Ф. Алексеев, М. А. Асриян, Н. Б. Бельченко [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 543 с.

2. Гадиев, Р. Р. Практикум по технологии производства продукции птицеводства : учебное пособие / Р. Р. Гадиев, Д. Д. Хазиев. – Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2021. – 234 с.

3. Долинин, И. Р. Выращивание биостимуляторов нового поколения / И. Р. Долинин // Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных : материалы 20-й национальной научно-практической конференции патологической анатомии животных (20 января 2020 г.). – Уфа : ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 2020. – С. 83-88;

4. Кочиш, И. И. Птицеводство : учебник / И. И. Кочиш. – Москва : Колос-С, 2003. – 407 с.

УДК 636.4

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК В МОЛОКЕ У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СВИНОМАТОК, БОЛЬНЫХ СУБКЛИНИЧЕСКИМ КАТАРАЛЬНЫМ МАСТИТОМ

Секерин К. В. – аспирант 3 года обучения института биологии и ветеринарной медицины
Научный руководитель – Филатов А. В., д-р ветеринар. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Исследование было проведено для всестороннего анализа качественного содержания соматических клеток в секрете молочной железы у высокопродуктивных свиноматок, больных субклиническим катаральным маститом. В работе дана оценка изменения концентрации соматических клеток в молозиве и молоке у высокопродуктивных свиноматок в течение подсосного периода, а также рассмотрена морфологическая картина соматических клеток с определением концентрации нейтрофилов, моноцитов и лимфоцитов.

Ключевые слова: опорос, лактация, субклинический мастит, свиноматка, соматические клетки

Введение. Развитие послеродовых патологий у высокопродуктивных свиноматок являются одной из актуальных проблем современного промышленного свиноводства. К числу наиболее распространенных послеродовых акушерских патологий являются эндометриты различных форм и послеродовая дисгалактия [4]. Эти заболевания приводят к задержке инволюционных процессов матки, снижению молочной продуктивности, увеличению отхода подсосных поросят и ранней выбраковке животных. Среди патологий, связанных с молочной железой у свиноматок, особо вызывают затруднения в диагностике и лечении субклинические формы проявления мастита [3]. В связи с этим важным направлением для изучения являются способы ранней диагностики данного заболевания. Развитие субклинического мастита сопровождается снижением изменением биохимического состава молока, повышением концентрации соматических клеток, ухудшением питательной ценности молозива и молока, а также замедлением темпов прироста подсосного молодняка [6]. При этом происходят изменения в качественном составе соматических клеток секрета молочной железы. Помимо эпителиальных клеток входящих в состав соматических клеток, интерес вызывают клетки белой крови: нейтрофилы (маркеры острого воспаления), моноциты (предшественники тканевых макрофагов) и лимфоциты (участники адаптивного иммунного ответа) [2,3]. Эти клеточные элементы играют существенную роль в обеспечении локальной защиты молочных желез свиноматки от патогенов, формировании колострального иммунитета новорождённых поросят, а также в поддержке развития пищеварительного тракта потомства и создание барьерных функций слизистой оболочки кишечника [5].

В связи с этим была поставлена цель исследования - определить качественный состав соматических клеток секрета молочной железы у высокопродуктивных свиноматок с признаками субклинического катарального мастита.

Материалы и методы. Исследование проводилось на высокопродуктивных свиноматках породы F1 в условиях свинокомплекса промышленного типа на участке Опорос. У супоросных свиноматок (n=20) проводился анализ прошедших опоросов, характер каловых масс, учитывался аппетит и особенности течения родового периода. При выявлении субклинической формы мастита было проведено соответствующая этиотропная терапия. В момент начала опороса у всех исследуемых свиноматок бралось молозиво в стерильные пробирки объемом 10 мл. Сдаивание проб производили с обеих сторон вымени из передней, средней и задней доли молочной железы. В последствии, отбор проб проводили на 1, 3, 5, 10, 14 и 20 сутки после опороса [1]. В отобранных пробах проводили цитологическую оценку путем определения общего количества соматических клеток путем их подсчета на автоматическом анализаторе Лактоскан SCC. Из полученных проб получали препараты с окрашиванием реактивами набора Лейкодиф 200, и проводили их микроскопическое исследование под увеличением х100.

Результаты исследований. В норме у свиноматок, количество соматических клеток в молоке не превышает 2000 тыс/мл [3]. При анализе секрета молочной железы, полученного от свиноматок с субклиническими признаками катарального мастита, показатели количества соматических клеток заметно превышали норму (рис. 1). К третьим суткам после опороса их количество превышает условную норму на 580 тыс/мл и достигает максимума к пятым суткам (2600 тыс/мл). Проводимая с третьих суток этиотропная терапия способствовала снижению содержания соматических клеток в молоке к 10 суткам. На протяжении всего подсосного периода, концентрация соматических клеток варьировала в пределах нормы и лишь к 20 суткам начала наблюдаться тенденция к их снижению.

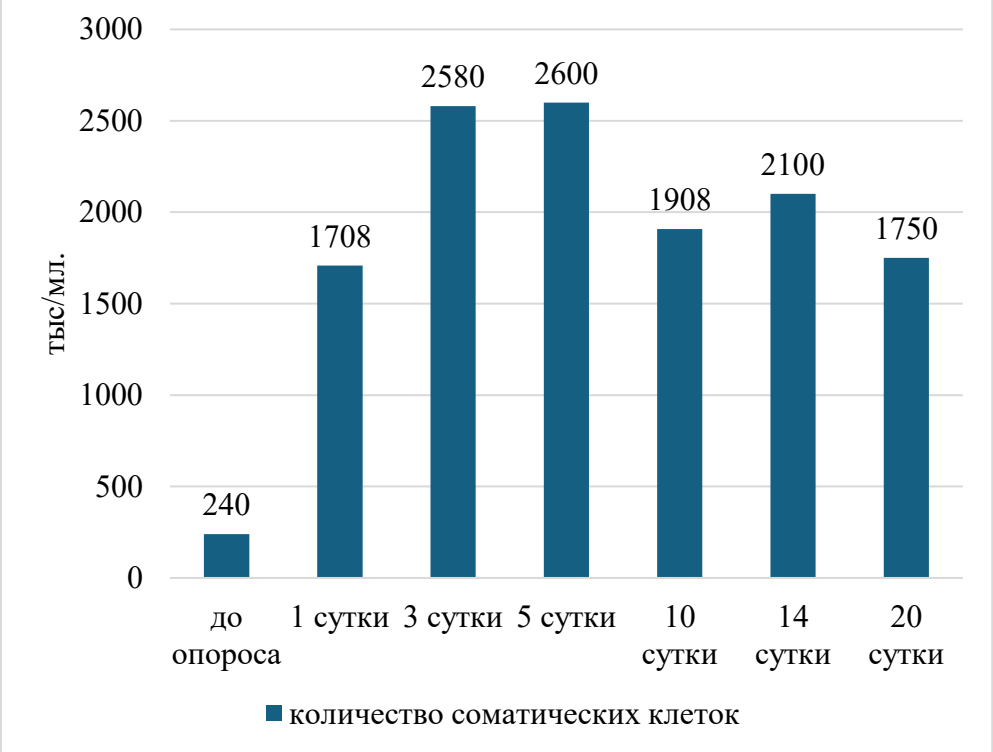


Рисунок 1 – Изменение концентрации соматических клеток в молоке у высокопродуктивных свиноматок с признаками субклинического катарального мастита

У здоровых свиноматок в ранний послеродовой период наблюдается соотношение представителей соматических клеток в молозиве и переходном молоке как 50х20х30% в пересчете на нейтрофилы, моноциты и лимфоциты соответственно. В собсвтенно молоке наблюдается снижение количества нейтрофилов до 35-40%, моноцитов до 5-15% и увеличение лимфоцитов до 55-60% [2,3]. В ходе проведения морфологического анализа полученных мазков (рис. 2), установлено повышение содержания нейтрофилов до опороса, на 1, 3 и 10 сутки после опороса на 15-25%. И если их высокая концентрация в молозиве до третьих суток может объясняться осуществляемой ими фагоцитарной функцией в желудочно-кишечном тракте поросят в ранний постнатальный период, то после проводимой этиотропной терапии к 10 суткам может напрямую указывать на субклинический катаральный мастит.

Полное отсутствие моноцитов на момент начала опороса и их сниженное содержание вплоть до 10 суток на 5-15% указывают на воспалительный процесс в молочной железе, так как они являются факторами бактериологический защиты органа, обладая выраженной фагоцитарной функцией [5]. Нормализация их содержания после 10 суток и окончания проведения этиотропной терапии указывает на купирование воспалительного процесса в молочной железе и повышению общей иммунной защиты организма свиноматки.

Сниженная концентрация лимфоцитов до 3 суток после опороса на 10% указывает на наличие воспалительного процесса в молочной железе, так как они осуществляют

специфические иммунные реакции в организме матери. На протяжении оставшегося подсосного периода отмечен рост лимфоцитов до 5-10%. Это указывает на определенную активность лимфоцитов и их влияние на иммунный ответ, однако резкого увеличения не происходит, что позволяет предполагать субклиническую форму катарального мастита.

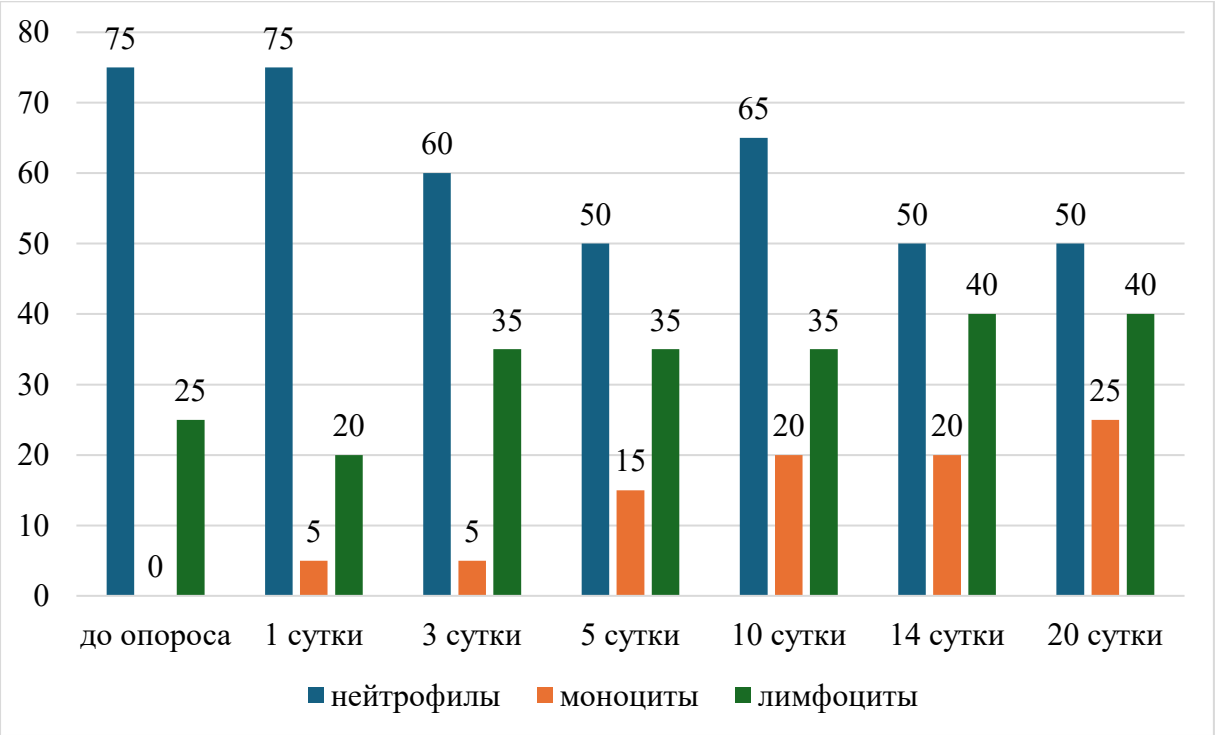


Рисунок 2 – динамика морфологии соматических клеток молока у высокопродуктивных свиноматок с признаками субклинического катарального мастита

Заключение. На основании количества соматических клеток в молоке можно сделать вывод о том, что уже к третьим суткам после опороса можно выявить субклиническую форму катарального мастита и проводить соответствующую этиотропную терапию. Высокое содержание нейтрофилов на 15-25% и низкое содержание моноцитов на 15-20% до 3 суток после опороса позволяют с высокой точностью определить характер воспалительных процессов в молочной железе у высокопродуктивных свиноматок.

Литература

1. Зеленина, А. В. Способы получения секрета молочной железы у свиноматок в подсосный период / А. В. Зеленина, К. И. Лямина, К. В. Секерин // Актуальные проблемы репродуктивного здоровья животных : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета и 95-летию со дня рождения доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Александра Ивановича Варганова, Киров, 22–23 мая 2025 года. – Сыктывкар : ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2025. – С. 181-184. – EDN MFIRJN.

2. Корзенников, С. Ю. Клеточный состав молозива свиноматок / С. Ю. Корзенников // Иппология и ветеринария. – 2016. – № 1 (19). – С. 70-75.

3. Секерин, К. В. Морфологическая картина секрета молочной железы у высокопродуктивных свиноматок с признаками клинического катарального мастита / К. В. Секерин // Знания молодых: наука, практика и инновации : Материалы XXIII научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического

университета, Киров, 28–29 апреля 2025 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. – С. 151-154. – EDN TBBGYP.

4. Секерин, К. В. Сравнительная оценка применения утеротонических препаратов при лечении дисгалактии у свиноматок / К. В. Секерин, А. В. Филатов // Современные вызовы в развитии молочного животноводства : Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета и 95-летию факультета ветеринарной медицины и биологического факультета, Киров, 20 ноября 2025 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. – С. 364-367. – EDN QXTGDU.

5. Секерин, К. В. Цитологическая картина секрета молочной железы у свиноматок / К. В. Секерин, А. В. Филатов // Актуальные проблемы ветеринарной репродуктологии и современные пути их решения : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Махачкала, 19–20 сентября 2024 года. – Махачкала : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство АЛЕФ", 2024. – С. 268-274. – EDN FEYHGW.

6. Шульга, Н. Н. Формирование колострального иммунитета у новорожденных поросят / Н. Н. Шульга // Бюллетень научных исследований / Дальневост. зон. науч. -исслед. ветеринар. ин-т. – Благовещенск, 2008. – Вып. 14 : Болезни животных и пчел на Дальнем Востоке, лечение и профилактика. – С. 13-19.

УДК 639.3.043.13:639.3.091

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ МАТОЧНОГО ПОГОЛОВЬЯ КАРПА ОБЫКНОВЕННОГО (CYPRINUS CARPIO) ПРИ ЖИРОВОЙ ДИСТРОФИИ ПЕЧЕНИ

Семенова Е. В. – аспирант 4 года обучения, младший научный сотрудник
Научный руководитель – Сулин В. Ю., канд. биол. наук, доцент
ФГБНУ «ВНИВИПФиТ», г. Воронеж, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного анализа гематологических показателей периферической крови маточного поголовья карпа обыкновенного (Cyprinus carpio) в контрольной и опытной группах. Целью исследования являлась оценка влияния жировой дистрофии печени на эритроцитарные, лейкоцитарные и тромбоцитарные параметры крови, а также на структуру лейкоцитарной формулы. Установлено, что у рыб опытной группы развивался комплекс патологических изменений, включающий анемический синдром с признаками микроцитарно-гипохромного характера, умеренный лейкоцитоз, тромбоцитопению, эозинофилию и относительную лимфопению, что свидетельствует о системной воспалительной реакции и иммунной дисрегуляции на фоне гепатоцеллюлярной дисфункции. Полученные данные указывают на тесную взаимосвязь между нарушением функции печени при липидной инфильтрации и расстройствами кроветворения, гемостаза и клеточного иммунитета. Результаты исследования могут быть использованы в практике рыбоводства для ранней диагностики метаболических нарушений и разработки мер по оптимизации условий содержания маточного поголовья карпа.

Ключевые слова: промысловое рыбоводство, карп обыкновенный, лейкоцитарная формула

Жировая дистрофия печени является одной из наиболее распространенных патологий в современном промысловом рыбоводстве, представляя значительную угрозу для продуктивности маточного поголовья [3,5]. Нарушение липидного обмена в гепатоцитах неизбежно влечет за собой расстройства ключевых метаболических процессов, в том числе синтеза белков, детоксикации и кроветворения, что закономерно отражается на гематологических показателях периферической крови [7]. В связи с этим оценка

гематологических параметров крови приобретает важное диагностическое значение, поскольку позволяет судить о степени системного вовлечения организма в патологический процесс на фоне жировой дистрофии печени.

Объектом исследования служили особи маточного поголовья карпа обыкновенного (Cyprinus carpio) средней массой 3900 г, содержавшиеся в производственных условиях. Формирование двух экспериментальных групп проводили на основании патологоанатомического и гистологического подтверждения диагноза: опытная группа (n=50) - особи с подтвержденной жировой дистрофией печени и контрольная группа (n=50) - клинически здоровые особи без признаков патологии печени.

Оценка гематологических показателей периферической крови маточного поголовья карпа обыкновенного (таблица 1) показала, что контрольная группа характеризовалась физиологически сбалансированными параметрами. Концентрация гемоглобина находилась в пределах референсного диапазона, что указывает на нормально функционирующую кислородтранспортную систему крови и сохранность эритропоэза. Количество эритроцитов не превышало референсных значений и согласовалось с уровнем гемоглобина, отражая стабильный эритроидный росток без признаков гемолиза или гиперэритропоэза. Общее количество лейкоцитов соответствовало физиологической норме, что подтверждало отсутствие выраженной воспалительной реакции или инфекционного процесса. Уровень тромбоцитов также оставался в пределах видовой нормы.

Лейкоцитарная формула контрольной группы отражала типичную для карповых рыб лимфоидную направленность иммунного ответа. Доминирующую фракцию составляли лимфоциты, концентрация которых соответствовала нижней границе референсного интервала, что указывает на адекватное состояние адаптивного иммунитета.

Пул нейтрофилов представлен преимущественно зрелыми сегментоядерными формами, тогда как содержание палочкоядерных нейтрофилов было минимально. Такие результаты характеризуются отсутствием острых воспалительных процессов, а также нормальным созреванием гранулоцитов.

Количество эозинофилов и базофилов находились в рамках референсных значений, что так же подтверждает отсутствие аллергических реакций и паразитических инвазий у контрольной группы. Относительно низкое содержание моноцитов может отражать как сезонную, так и индивидуальную вариабельность макрофагальной системы.

Таблица 1 – Гематологические показатели периферической крови маточного поголовья карпа обыкновенного

Показатель		Контрольная группа	Опытная группа	Референсные значения [1]
Гемоглобин, г/л		8,10±0,41	4,40±0,22***	7,50 ÷ 8,80
Эритроциты, х1012/л		1,30±0,07	2,12±0,37*	0,50 ÷ 2,00
Лейкоциты, х109/л		5,80±0,29	9,60±1,34*	4,90 ÷ 8,10
Тромбоциты, х109/л		65,00±3,25	53,00±2,65**	60,00 ÷70,00
Нейтрофилы, %	Палочкоядерные	1,50±0,08	2,80±0,65	2,00 ÷ 4,00
	Сегментоядерные	2,30±0,12	1,60±0,35	
Эозинофилы, %		0,20±0,01	2,10±0,86*	0,00 ÷ 1,00
Базофилы, %		0,25±0,01	0,80±0,28	0,00 ÷ 1,30
Лимфоциты, %		71,20±2,01	52,00±8,70*	70,00 ÷ 86,00
Моноциты, %		1,40±0,07	2,00±0,30	3,00 ÷ 7,20

Примечание:* $p < 0,05$, **$p < 0,01$, *** $p < 0,001$

В опытной группе маточного поголовья был зафиксирован ряд достоверных отклонений от физиологических норм, свидетельствующих о системных метаболических нарушениях.

Концентрация гемоглобина маток опытной группы в 1,8 раза снизилась относительно контроля, выходя за пределы референсного диапазона и указывая на развитие анемического синдрома. Учитывая характер жировой дистрофии, данное снижение, по всей видимости, обусловлено нарушением синтеза гемопротеинов вследствие липидной инфильтрации и дисфункции печени. Примечательно, что количество эритроцитов, напротив, возросло в 1,6 раза по сравнению с контрольной группой, превысив верхнюю границу референсных значений. Подобная разнонаправленность может свидетельствовать о развитии микроцитарно-гипохромного синдрома, при котором организм компенсирует дефицит количества гемоглобина в отдельных эритроцитах увеличением их общего числа в целях поддержания кислородтранспортной функции. Такие изменения, согласно Чесноковой Н. П., характерны для нарушений синтеза гемоглобина, обусловленных печеночной дисфункцией [6].

Маточное поголовье опытной группы характеризовалось умеренным лейкоцитозом, где общее число клеток возросло в 1,7 раза и превысило верхнюю границу нормы, что отражает развитие системной воспалительной реакции, вероятно инициированной стеатоз-индуцированным воспалением с гиперпродукцией провоспалительных медиаторов.

Количество тромбоцитов сократилось на 18,4% по сравнению с контролем, опустившись ниже нижней границы референсного диапазона. Данное явление может быть обусловлено как повышенным потреблением тромбоцитов в условиях субклинического эндотелиального повреждения и микроциркуляторных расстройств, так и угнетением тромбоцитопоэза при жировой инфильтрации печени.

Качественный анализ лейкоцитарной формулы опытной группы выявил характерные признаки воспалительной активации и иммунной дисрегуляции. Отмечалась тенденция к сдвигу нейтрофильного пула влево, где доля палочкоядерных форм возросла в 1,9 раза на фоне снижения доли зрелых сегментоядерных нейтрофилов на 30,1%, что указывает на мобилизацию менее дифференцированных клеток в ответ на воспалительный стимул. Одновременно наблюдалась выраженная эозинофилия с увеличением показателя в 9,3 раза по сравнению с контролем и превышением верхней границы нормы, что свидетельствует об активации гуморально-клеточных защитных механизмов, возможно связанной с кишечным дисбиозом и высвобождением липидных медиаторов воспаления, характерных для стеатоза [3].

Наиболее значимые изменения затронули лимфоцитарную популяцию: ее доля достоверно снизилась примерно на 27% относительно контроля, опустившись ниже нижней границы референсного интервала, что интерпретируется как относительная лимфопения на фоне нейтрофильной реакции и системного стресс-ответа с возможным перераспределением лимфоцитов в периферические ткани.

Наряду с этим наблюдалась тенденция к умеренному повышению доли моноцитов примерно на 43% по сравнению с контролем при сохранении значений ниже нижней границы референсного диапазона, что может отражать недостаточность моноцитарно-макрофагальной компенсации в условиях активного потребления данных клеток в очагах печеночного ремоделирования [4]. В совокупности выявленные изменения подчеркивают системный характер метаболических нарушений, сопряженных с жировой дистрофией печени.

Литература

1. Гусева, Ю. А. Инновационные подходы к оптимизации белкового питания рыб / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев. – Саратов, 2020. – 292 с.

2. Егорова, В. И. Динамика интегральных гематологических индексов рыб при хронической интоксикации / В. И. Егорова, И. В. Волкова // Рыбное хозяйство. – 2025. – № 1. – С. 81-88.

3. Никифоров-Никишин, Д. Л. Рыбоводство и рыбное хозяйство / Д. Л. Никифоров-Никишин, Н. И. Кочетков, К. В. Гаврилин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2025. – Т. 19, № 1. – С. 61-73.

4. Ростовцев, А. А. Опыт применения гематологических и биохимических методов для дифференциальной диагностики заболеваний беловского карпа / А. А. Ростовцев, Л. И. Законнова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 350-350.
5. Семенова, Е. В. Об актуальности исследования патогенеза и профилактики гепатозов в аквакультуре Воронежской области / Е. В. Семенова // Инновационные тенденции развития Российской науки : Материалы XVII международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 04–06 марта 2024 года. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 198-201.
6. Чеснокова, Н. П. Гемолитические анемии, классификация. Механизмы развития и гематологическая характеристика врожденных и наследственных гемолитических анемий / Н. П. Чеснокова, В. В. Моррисон, Т. А. Невважай // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6-1. – С. 162-167.
7. Liver and pancreatic toxicity of endocrine-disruptive chemicals: focus on mitochondrial dysfunction and oxidative stress / A. V. Linț̦a [et al.] // International journal of molecular sciences. – 2024. – Т. 25, № 13. – С. 7420.

УДК 639.3.043.13:639.3.091

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАРУШЕНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ МАТОЧНОГО ПОГОЛОВЬЯ КАРПА ОБЫКНОВЕННОГО (*CYPRINUS CARPIO*) КАК МАРКЕР СИСТЕМНОГО МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СТРЕССА ПРИ ЖИРОВОЙ ИНФИЛЬТРАЦИИ ПЕЧЕНИ

Семенова Е. В. – аспирант 4 года обучения, младший научный сотрудник
Научный руководитель – Сулин В. Ю., канд. биол. наук, доцент
ФГБНУ «ВНИВИПФиТ», г. Воронеж, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного морфологического и морфометрического анализа эритроцитов периферической крови маточного поголовья карпа обыкновенного (Cyprinus carpio) контрольной и опытной групп. Целью исследования являлась оценка структурных и количественных изменений эритроидных клеток на фоне жировой дистрофии печени с использованием комплекса ядерных, цитоплазматических параметров и показателей вакуолизации. Установлено, что у рыб опытной группы формируется полиморфная эритроидная популяция с выраженным анизоцитозом, резким расширением коэффициента вариации диаметра клеток, увеличением ядерно-цитоплазматического отношения, нарастанием вакуолизации цитоплазмы и нарушением ядерной архитектуры, что в совокупности свидетельствует о системном дистрофическом процессе в эритроидном ряду с признаками регенераторного сдвига и клеточного стресса. Полученные данные указывают на тесную взаимосвязь между гепатоцеллюлярной дисфункцией при липидной инфильтрации и нарушением морфофункционального состояния эритроцитов. Результаты могут быть использованы в практике аквакультуры для ранней диагностики метаболических нарушений у маточного поголовья карпа.

Ключевые слова: карп обыкновенный, морфометрия эритроцитов, жировая дистрофия печени

Морфологическое состояние эритроцитов периферической крови является чувствительным интегральным индикатором гомеостаза организма рыб, отражающим как локальные нарушения эритропоэза, так и системные метаболические расстройства [4]. В условиях интенсивного рыбоводства одним из наиболее распространённых патологических состояний, способных оказывать прямое влияние на клеточный состав и морфологию форменных элементов крови, является жировая дистрофия печени, при которой нарушаются ключевые функции гепатоцитов, включая синтез белков, регуляцию липидного обмена и

поддержание кроветворения [2]. Маточное поголовье карпа обыкновенного (Cyprinus carpio) в этом отношении представляет особый интерес, поскольку репродуктивные особи наиболее подвержены алиментарно обусловленным нарушениям обмена веществ, а их физиологический статус непосредственно определяет качество потомства и продуктивность хозяйства [1]. В связи с этим комплексная морфологическая и морфометрическая оценка эритроцитов периферической крови приобретает важное диагностическое значение для выявления ранних признаков клеточного стресса и обоснования мер по коррекции условий содержания рыб.

Объектом исследования служили особи маточного поголовья карпа обыкновенного (Cyprinus carpio) средней массой 3900 г, содержавшиеся в производственных условиях. Формирование двух экспериментальных групп проводили на основании патологоанатомического и гистологического подтверждения диагноза: опытная группа (n=50) - особи с подтвержденной жировой дистрофией печени и контрольная группа (n=50) - клинически здоровые особи без признаков патологии печени.

Морфологическая характеристика мазков периферической крови маточного поголовья карпа обыкновенного (рисунок 1) в контрольной группе демонстрирует эритроциты преимущественно овальной формы с умеренно эозинофильной, оптически плотной цитоплазмой без признаков вакуолизации и деформации ядра. Контур ядер ровный, структура хроматина мелкозернистая и равномерно распределённая, перинуклеарные просветления не определяются. Вариабельность линейных размеров клеток и ядер минимальна, что указывает на стабильное состояние эритроцитарного гомеостаза и отсутствие значимого стрессорного воздействия.

В опытной группе, напротив, формируется полиморфная эритроидная популяция с расширением диапазона размеров и формы клеток, морфологически проявляющимся анизоцитозом и чередованием участков повышенной и пониженной оптической плотности цитоплазмы. У значительной доли эритроцитов визуализируются округлые просветления в перинуклеарной зоне и цитоплазме, соответствующие вакуолизации. На ядерном уровне отмечаются признаки структурной нестабильности в виде инвагинаций ядерной оболочки, локальных участков конденсации хроматина и начальных проявлений пикноза.

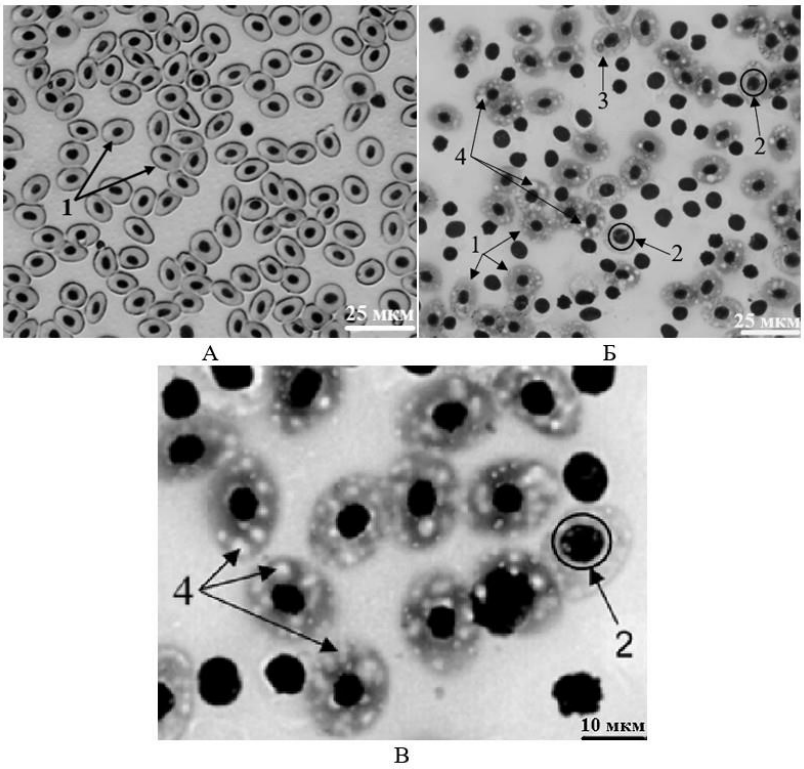


Рисунок 1 – Микрофотографии мазков периферической крови маточного поголовья карпа обыкновенного. А – контрольной группы, Б, В – опытной группы. 1 – эритроциты, 2 –

вакуолизация ядра эритроцитов, 3 – анизоцитоз эритроцитов, 4 – вакуолизация цитоплазмы эритроцитов. Окраска по Паппенгейму. А, Б, В – ув. х1000

Морфометрический анализ позволил количественно охарактеризовать выявленные межгрупповые различия, затрагивающие как ядерные, так и цитоплазматические параметры эритроидных клеток, а также частоту и выраженность вакуолизации.

В контрольной группе ядерные и цитоплазматические характеристики эритроцитов находились в физиологических пределах, отражая стабильный эритропоэз без признаков регенераторного сдвига. Коэффициент вариации диаметра клеток оставался в узком диапазоне, характерном для однотипной зрелой популяции, ядерно-цитоплазматическое отношение было низким и стабильным, подтверждая зрелый статус клеток, а вакуолизация фиксировалась лишь в следовых количествах, не превышая 4% по доле клеток с поражением цитоплазмы.

В опытной группе отмечено принципиально иное распределение морфометрических показателей. Коэффициент вариации диаметра эритроцитов возрастал в 8,5 раз по сравнению с контролем, что свидетельствует о смешанной структуре популяции с одновременной циркуляцией различно дифференцированных клеток. Диапазон диаметра эритроцитов существенно расширился: минимальные значения снизились на 37,1%, тогда как максимальные возросли на 24,8% относительно контроля, что отражает выраженный анизоцитоз за счёт одновременного присутствия микроцитов и крупноразмерных стресс-эритроцитов. Площадь цитоплазмы в верхней границе увеличилась в 1,6 раза, тогда как минимальные значения снизились в 2,6 раз по сравнению с контролем.

Ядерные параметры в опытной группе также демонстрировали значительную вариабельность, где диаметр ядер снизился на 26,3% относительно контрольных значений, площадь ядер в верхней границе увеличилась в 1,7 раз. Наличие как уменьшенных ядер с признаками конденсации хроматина и пикноза, так и увеличенных, характерных для незрелых эритроидных форм, указывает на сочетание дегенеративных изменений и регенераторного сдвига [5]. Ядерно-цитоплазматическое отношение в верхней границе возросло в 2,9 раз по сравнению с контролем, что свидетельствует о высокой доле клеток с относительно крупным ядром при уменьшенном объёме цитоплазмы и подтверждает присутствие незрелых эритроидных предшественников в периферическом русле.

Наиболее выраженные изменения в опытной группе были зафиксированы по показателям вакуолизации. Доля вакуолей от площади цитоплазмы возрастала на 52,7% при полном отсутствии данного явления в контрольной группе, диаметр крупных вакуолей увеличивался в 4,6 раз, а доля клеток с вакуолизацией цитоплазмы достигала 48,1% по сравнению с единичными случаями в контроле. Подобная картина соответствует нарушению осморегуляции и эндолизосомальных процессов в эритроцитах и служит интегральным индикатором выраженного клеточного стресса [3]. Параллельно доля клеток с инвагинациями ядерной оболочки и пикнозом в опытной группе составляла 18,4% при фактическом отсутствии таких форм в контроле.

Совокупность выявленных морфологических и морфометрических изменений свидетельствует о системном нарушении гомеостаза эритроцитов в опытной группе с активацией регенераторного эритропоэза, выходом в периферическое русло незрелых форм и развитием выраженной цитоплазматической дистрофии, что согласуется с патогенетическими механизмами гепатоцеллюлярной дисфункции при жировой инфильтрации печени.

Литература

1. Изменения гидрохимических параметров водной среды и биохимических показателей сыворотки крови рыб от плотности посадки в УЗВ / А. А. Климук, Н. А. Головачева, М. Д. Царьков [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2024. – № 3. – С. 71-79.

2. Семенова, Е. В. Интегральная характеристика крови маточного поголовья карпа обыкновенного (Cyprinus carpio) при жировой дистрофии печени / Е. В. Семенова // Международный вестник ветеринарии. – 2026. – № 4. – С. 384-392.

3. Яблоков, Н. О. Ядерные аномалии и микроядра в эритроцитах периферической крови карповых рыб в реках с естественным и изменённым термическим режимом (реки Берёзовка и Тёплая, бассейн реки Енисей) / Н. О. Яблоков // Экосистемы. – 2025. – № 41. – С. 147-157.
4. Biochemical and ultrastructural effects of nitrite in rainbow trout: Liver hypoxia as the root of the acute toxicity mechanism / A. Arillo [et al.] // Environmental Research. – 1984. – Т. 34, № 1. – С. 135-154.
5. Micronucleus test and nuclear abnormality assay in zebrafish (Danio rerio): Past, present, and future trends / A. Canedo [et al.] // Environmental Pollution. – 2021. – Т. 290. – С. 118019.

УДК 636.2.034:637.116

ВЛИЯНИЕ КОРМЛЕНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ТЕЛОК ПОРОДЫ МОНБЕЛЛАР-ЗЕБУ СМЕШАННАЯ РАСА

Сидибе М. Л.[1] – магистрант института биологии и ветеринарной медицины
Бах А.[2], Кулибали Д.[2], Коне А. К.[2]
[1] ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия
[2] ЦСИ Сикассо, республика Мали

Аннотация. Исследования проведены с целью анализа влияния кукурузного силоса и концентратов на рост телок. В эксперименте участвовало 8 телок помеси монбельяр-зебу, разделенных на две группы. Эксперимент продолжался 90 дней. Потребление силоса варьировалось от 5,73 до более 6 кг в день, а соломы – от 1 до 1,40 кг. Результаты свидетельствовали в пользу животных группы 2 со среднесуточным приростом 461 г против 307 г в 1 группе за тот же период. Полученные результаты позволяют предусмотреть значительное производство силоса для надлежащего кормления животных в период неурожайности.

Ключевые слова: хлопковая мука, Бунафама, откорм, panicum maximum, Сотуба, Мали

Введение. Мали - сахелианская страна с агро-скотоводческим призванием, экономически основанным на первичном секторе с очень большим поголовьем скота, всегда имела обширную систему животноводства, где 90% кормов для животных поступает с пастбищ. Неравномерное распределение осадков, сопровождающееся климатическими явлениями, засухой, способствует снабжению наших пастбищ биомассой и питательной ценностью трав и растений. Естественные пастбища в основном состоят из трав с низкой питательной ценностью [1,2,3,4,5,6,7,8,9].

Следует отметить снижение продуктивности животных из-за несбалансированного рациона. Столкнувшись с этими проблемами, производство кормов с хорошей питательной ценностью становится обязательным условием для повышения продуктивности животных. Этот опыт, основанный на значительном производстве кукурузного силоса, позволяет нам продемонстрировать научный и стратегический метод для покрытия этого дефицита кормов в неурожайные периоды и надлежащего восполнения дефицита кормов для животных. Именно в этом контексте и расположена настоящая работа [10,11,12,13,14,15,16].

Материал и методы исследований. Данный эксперимент проводился в Институте сельского хозяйства Сотубы (IER) Мали-Бамако в рамках программы по разведению крупного рогатого скота и верблюдов Регионального центра агрономических исследований (CRRA). В эксперименте использовались 8 тёлок помеси монбельяр-зебу, разделённых на две группы (T1 и T2). В первой группе рацион животных дополняли концентратом Бунафама, а во второй – хлопковой мукой. Кукурузный силос и солому «Panicum maximum» распределяли в равных количествах в обеих группах. Утром животные выходили на пастбище, а вечером возвращались

в коровник. Перед началом эксперимента животные прошли соответствующее ветеринарное лечение с учетом условий содержания и сезонного цикла. Их распределяли по принципу пар-аналогов, то есть каждая тёлка, взятая в первой группе, имела своего аналога во второй группе, и каждое животное содержалось в отдельном месте в коровнике. Фаза адаптации к новым рационам длилась 7 дней задолго до начала эксперимента, чтобы избежать проблем с пищеварением и пищевым отравлением во время работы. Эксперимент длился 90 дней с ежедневным распределением рациона. Животные 2 группы получали каждое утро в 6 часов утра перед выходом на пастбище 3 кг кукурузного силоса и 1 кг хлопкового шрота, а в 1 группе животные получали 1 кг Бунафамы и 3 кг кукурузного силоса. По возвращении с пастбища они получали 3,5 кг силоса, 1,5 кг хлопкового шрота (группа 2) и 1,5 кг Бунафамы (группа 1) плюс 2 кг соломы Panicum maximum для всех групп. Животных взвешивали индивидуально каждые 15 дней для определения их живой массы. Потребление корма получали по разнице между количеством розданного корма и несъеденных остатков. Фекалии взвешивали ежедневно для определения производства органического удобрения. Собранные данные были введены и проанализированы с помощью Microsoft Excel. Был проведен описательный анализ (среднее значение, стандартное отклонение).

Результаты исследований. В ходе данного исследования, с конца второй недели, характер протеина и энергии, обеспечиваемых хлопковым жмыхом, Бунафамой и силосом, начал отмечаться по внешним характеристикам (полные боковые углубления), зоотехническим (потребление корма, индекс потребления). С первого взвешивания животных на 15-й день эксперимента мы заметили значительный эффект увеличения веса у животных. Незначительное снижение около 0,01 кг, зарегистрированное у животного А3, животные в группе 1 потребляли корм Бунафама в равной степени, а животные, составляющие партию 2, имели почти одинаковое потребление, за исключением животного А5, у которого был зарегистрирован отказ от 0,02 кг хлопкового жмыха.

Этот дисбаланс аппетита, несомненно, был вызван проблемами со здоровьем, которые были решены ветеринарной службой программы в ходе данной работы. Разница в суточном наборе веса, помимо выявленных проблем со здоровьем и аппетитом, может быть обусловлена генетикой животных. Генетика играет очень важную роль в наборе веса, поскольку объёмы потребления и скорость кишечной абсорбции различаются у разных пород, а также в процентном соотношении успешности скрещивания. Например, животное А6 из группы 2 имело генетические сходства с породой монбельяр больше, чем животное А3 из группы 1. Мы могли оценить «прожорливость» животного А6 из группы 2, наблюдая за его потреблением корма, в отличие от животного А3 из 1 группы (табл. 1).

Таблица 1 – Динами изменения живой массы на протяжении эксперимента (90 дней)

Показатель	Начальная живая масса, кг	Конечная живая масса, кг	Среднесуточный прирост, г
Группа 1:			
А1	198,0	226,0	317
А2	247,0	277,0	333
А3	180,0	220,0	450
А4	184,0	195,0	128
В среднем по группе:	202,2±15,4	229,5±7,19	307,0±100,5
Группа 2:			
А5	240,0	258,0	200,0
А6	232,0	293,0	678,0
А7	239,0	278,0	433,0
А8	226,0	274,0	533,0
В среднем по группе:	234,3±3,27	275,8±17,2*	461,0±66,6

Примечание: * - P<0,05 в сравнении с 1-й группой

В двух группах составлял 202 кг и 234 кг соответственно и не имел достоверных различий. К концу эксперимента вес животных первой группы в среднем достиг 229,5 кг, тогда как во второй группе - 276 кг (P<0,05).

Анализ живой массы показывает разницу между животными в группах исследуемых групп, которая обусловлена различным кормлением. Животные первой группы имели среднесуточный прирост 307 г и, следовательно, общий абсолютный прирост в 28 кг за 90 дней. С другой стороны, животные второй группы имели в среднем более высокий среднесуточный и абсолютный приросты соответственно 461 г и 42 кг в течение 90 дней. Рацион животных 2-й группы был более эффективным, чем первой. Они также произвели больше органического удобрения, чем их сверстники в 1-й группе. Следовательно Использование силоса с дополнительным распределением концентратов (хлопковая мука и бунафама) способствует получению больших приростов и производству большего количества органических удобрений.

Заключение. Учитывая качество и дефицитность естественных пастбищ, силосование является хорошей альтернативой для животноводов в периоды неурожая. Зная, что корма с низкой питательной ценностью можно заменить силосом, повышающим питательную ценность кормов, мы рекомендуем всем животноводам применять этот метод консервации для удовлетворения потребностей животных в сухой сезон с целью интенсификации животноводства в Мали.

Литература

1. Бабайлова, Г. П. Использование биодобавок в кормлении сельскохозяйственных животных : монография / Г. П. Бабайлова, М. С. Дурсенев, Ю. С. Овсянников. – Киров : Радуга-Пресс, 2025. – 215 с.

2. Дурсенев, М. С. Влияние возраста первого отела на репродуктивные качества коров различных генотипов / М. С. Дурсенев, Г. П. Бабайлова, А. В. Ковров // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : Сборник статей международной научно-практической конференции. – Киров : Вятская ГСХА, 2018. – С. 46-49.

3. Дурсенев, М. С. Эффективность использования покрытия кормового стола "Луг Здоровья" / М. С. Дурсенев, Н. А. Баюнова, Ю. С. Овсянников // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – Т. 54, № 5. – С. 89-97.

4. Дурсенев, М. С. Оценка эффективности холодного метода выращивания телят в сравнении с традиционным методом / М. С. Дурсенев // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов : Сборник трудов IV научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – С. 42-45.

5. Дурсенев, М. С. Линейная принадлежность коров как фактор определяющий качество и количество получаемого молока / М. С. Дурсенев, М. А. Тронин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : Сборник трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного профессора Брянской ГСХА, Почётного гражданина Брянской области Егора Павловича Ващекина. – Брянск, 2023. – С. 353-357.

6. Дурсенев, М. С. Гематологический профиль сухостойных коров на фоне использования биодобавки ВЭРВА / М. С. Дурсенев, А. В. Филатов // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятская ГСХА, 2017. – С. 59-63.

7. Дурсенев, М. С. Использование биодобавки "ВЭРВА" для активации репродуктивной функции коров и роста молочной продуктивности / М. С. Дурсенев, А. В. Филатов // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2017. – Т. 53, № 2. – С. 169-172.

8. Дурсенев, М. С. Эффективность использования протеиновых кормов в период лактации коров / М. С. Дурсенев // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов : Сборник трудов IV научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – С. 50-52.

9. Дуфилс, А. Капитализация модели мини-молочных хозяйств в сельской местности в Мали: определение факторов успеха и места мини-молочных хозяйств в развитии национальной молочной промышленности / А. Дуфилс. – Монпелье, Франция, 2010. – 99 с.
10. Кабанова, А. А. Влияние гранулированного кукурузного глютена на приросты живой массы и развитие телят черно-пестрой породы / А. А. Кабанова, М. С. Дурсенев // От импортозамещения к экспортному потенциалу: научное обеспечение инновационного развития животноводства и биотехнологий. – Екатеринбург, 2021. – С. 50-52.
11. Ковров, А. В. Разведение сельскохозяйственных животных : методические указания по выполнению курсовых работ для студентов очной и заочной форм обучения биологического факультета направления подготовки 111100.62 - "Зоотехния" / А. В. Ковров, М. С. Дурсенев. – Киров, 2015. – 26 с.
12. Ковров, А. В. Влияние отбора на продуктивные качества коров ООО СХП "Ореховцы" Кирово-Чепецкого района / А. В. Ковров, А. П. Куклина, М. С. Дурсенев // Вопросы физиологии, содержания, кормопроизводства и кормления, селекции с.-х. животных, биологии пушных зверей и птиц, охотоведения : Материалы II Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятская ГСХА, 2008. – С. 193-197.
13. Использование кормовых добавок - залог успеха отрасли животноводства / В. П. Короткий, М. С. Дурсенев, О. О. Скорнякова [и др.] // Зоотехния. – 2024. – № 7. – С. 20-24.
14. Овсянников, Ю. С. Разработка технологии приготовления ферментативного гидролизата отработанных куриных эмбрионов / Ю. С. Овсянников, М. С. Дурсенев // Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2021. – Т. 21, № 3. – С. 200-205.
15. Эмиль, Ж. К. Влияние содержания зерна в кукурузном силосе на зоотехнические показатели молочных коров / Ж. К. Эмиль, И. И. Барьер // INRAE Prod. Anim. – 1992. – № 5. – С. 113-120.

УДК 617.713

ВЛИЯНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДОЕНИЯ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ В ПЕРИОД РАЗДОЯ В СПК ПЗ «НОВЫЙ»

Соболева Е. С. – магистрант 2 курса института биологии и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты оценки влияния роботизированных систем доения на молочную продуктивность коров в период раздоя. Рассмотрены инновационные разработки в области автоматизации доения, особенности адаптации коров к системе добровольного доения и ее влияние на кратность доения и стабильность лактации.

Ключевые слова: роботизированная доильная установка, молочная продуктивность, адаптация, добровольное доение, кратность доения, стабильность лактации, Merlin 2

Период раздоя - критически важный этап в лактации коровы, когда формируется потенциал молочной продуктивности на весь лактационный период и закладывается основа для высоких устойчивых удоев. На повышение удоя в это время влияют многочисленные факторы: генетические особенности животного, сбалансированность рациона по питательным веществам, качество кормов, режим кормления и поения, условия содержания, уровень стресса, здоровье вымени и своевременность доения [1,4,10]. Особое значение имеет минимизация стрессовых факторов и обеспечение комфортных условий, поскольку даже кратковременные нарушения привычного распорядка могут привести к снижению секреции молока [2,5].

Грамотная организация технологического процесса в период раздоя - от нормированного кормления до комфортного микроклимата и щадящего режима доения - способна заметно повысить реализацию генетического потенциала коров [3,6].

Несмотря на широкое распространение технологии, вопросы адаптации коров к системе добровольного доения и ее влияния на продуктивность в период раздоя остаются недостаточно изученными, особенно в условиях конкретных хозяйств.

Цель. Провести оценку влияния роботизированных систем доения на уровень молочной продуктивности коров в период раздоя на примере СПК ПЗ «Новый».

Задачи:

1. Ознакомиться с инновационными разработками систем роботизированного доения в животноводстве.
2. Изучить адаптацию коров к системе добровольного доения и ее влияния на кратность доения и стабильность лактации.
3. Проанализировать применяемые технологии роботизированного доения и уровень продуктивности стада в СПК ПЗ «Новый».

В современном молочном скотоводстве наблюдается устойчивая тенденция к автоматизации и роботизации технологических процессов. Роботизированные системы доения рассматриваются как один из ключевых элементов точного животноводства, позволяющих минимизировать влияние человеческого фактора, снизить трудозатраты и повысить качество получаемой продукции [6]. Кировская область занимает третье место в Приволжском федеральном округе по уровню роботизации: на 18 сельскохозяйственных предприятиях функционирует 167 роботизированных установок [1].

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2024–2025 гг. на базе СПК ПЗ «Новый» Кировской области. Объект исследования - коровы первой лактации в период раздоя. Предмет исследования – показатели молочной продуктивности. Всего было подобрано две группы коров по 100 голов. В первой группе при доении использовалась роботизированная установка Merlin 2 (Fullwood JOZ), во второй группе - традиционная установка типа «Елочка».

Роботизированная установка Merlin 2 характеризуется полностью автоматизированным процессом доения, почетвертным выдаиванием, индивидуальным нормированием концентратов, системой контроля электропроводности молока и возможностью удаленного мониторинга через приложение MerlinInfo [11].

Доильная установка типа «Елочка» (Herringbone) является одной из наиболее распространенных в мире систем механизированного доения. Название обусловлено угловым расположением животных относительно операторской траншеи, напоминающим еловые ветви конструктивно установка представляет собой доильный зал, в котором коровы размещаются в станках по обе стороны от траншеи, где находится оператор [7,8].

Для оценки адаптационных способностей животных учитывали поведенческие реакции, кратность доения, интенсивность молокоотдачи, молочная продуктивность и показатели заболеваемости маститом. Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных методов вариационной статистики.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что процесс адаптации коров к роботизированной установке носит индивидуальный характер. В структуре стада выделяются три поведенческие категории: «исследователи» (15–20%), идущие в робот в первые часы; «консерваторы» (60–70%), использующие социальное обучение; и «тревожные» (10–20%), демонстрирующие длительную неофобию с повышенным уровнем кортизола [11].

Ключевым физиологическим критерием пригодности коровы к роботизированному доению является интенсивность молокоотдачи. Согласно данным исследований, животные с высокой скоростью молокоотдачи (выше средней по стаду) достоверно превосходят сверстниц по надою за 305 дней лактации на 1403 кг (15,9%), при этом время доения сокращается на 1 мин 18 с [9]. Однако только 63–70% коров соответствуют требованиям системы по продолжительности доения и интенсивности молокоотдачи.

Кратность доения в системе добровольного доения варьирует от 2 до 5 подходов в сутки при стойловом содержании и составляет в среднем 3–5 раз в пик лактации. Выявлена прямая зависимость: чем выше суточный удой, тем чаще животное посещает робота. При этом разовый удой снижается, но общая суточная продуктивность возрастает. Частое освобождение вымени

способствует сглаживанию лактационной кривой и снижению риска мастита [3]. В то время как на традиционной установке «Елочка» кратность доения животных составляет 3 раза в сутки (утреннее, дневное и вечернее доение).

В 2024 году в СПК ПЗ «Новый» были запущены две фермы на 100 голов каждая, оснащенные четырьмя роботизированными установками Merlin 2. Сравнительный анализ молочной продуктивности за 2025 год представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные показатели молочной продуктивности коров при использовании роботизированной установки Merlin 2 и доильной установки «Елочка» (средние значения за 2025 г.)

Показатели	Роботизированная доильная установка Merlin 2	Доильная установка «Елочка»
Среднесуточный удой, кг	8037	8034
Массовая доля жира, %	4,45	4,35
Массовая доля белка, %	3,47	3,41

Как следует из представленных данных, роботизированная система обеспечивает небольшое, но стабильное преимущество по всем показателям. Превышение по среднесуточному удою составило 3 кг, по массовой доле жира - 0,10%, по массовой доле белка - 0,06%. При этом более существенным является качественное преимущество: автоматическая подготовка вымени, почетвертное доение и встроенная диагностика мастита позволяют снизить заболеваемость и повысить санитарное качество молока [12].

Также были изучены показатели заболеваемости маститом исследуемых групп. Процент заболеваемости маститом коров, доившихся на роботизированной установке Merlin 2 составил 8%, а на доильной установке «Елочка» - 20%.

Показатель 8% на роботизированной установке Merlin 2 является значительно более низким и демонстрирует потенциал автоматизированных систем для улучшения здоровья вымени. Низкий уровень заболеваемости (8%) достигается за счет стандартизации и автоматизации процесса. Робот выполняет все операции по единому алгоритму, исключая вариативность, связанную с человеческим фактором. Автоматический контроль каждого доения позволяет своевременно выявлять проблемы и маркировать подозрительное молоко, что способствует ранней диагностике и предотвращению распространения инфекции.

Показатель 20% на установке «Елочка» находится в нижней границе среднероссийских показателей заболеваемости маститом, которые составляют от 20% до 50% в зависимости от региона и условий содержания. Это говорит о том, что на данном предприятии с традиционной системой доения ситуация была относительно благополучной. Ключевое значение имеет человеческий фактор. Заболеваемость на таких установках сильно зависит от строгости соблюдения доильной процедуры, качества преддоильной дезинфекции сосков, правильности подключения аппарата и недопущения передоя.

Даже при относительно невысоком показателе в 20%, поддержание такого уровня требует постоянного контроля и дисциплины от операторов.

Отмечено, что первоначальные инвестиции в роботизированное оборудование значительно выше, однако при грамотной организации труда и наличии государственной поддержки срок окупаемости может составлять 5–7 лет. Альтернативным решением может выступать глубокая модернизация существующих установок типа «Елочка» с внедрением автоматизированных модулей почетвертного доения, что позволяет сократить капитальные затраты более чем в два раза. Вместе с тем выявлены и проблемные аспекты: высокая стоимость оборудования (в 2–3 раза выше традиционных доильных залов в пересчете на обслуживаемое поголовье), повышенные требования к параметрам вымени коров и необходимость тщательной выбраковки животных, не соответствующих технологическим требованиям.

Выводы:

1. Роботизированные системы доения являются закономерным этапом развития молочного скотоводства, обеспечивающим полную автоматизацию процесса, индивидуальный режим доения и минимизацию человеческого фактора.

2. Успешность адаптации коров к системе добровольного доения определяется поведенческими особенностями и физиологическими параметрами, прежде всего интенсивностью молокоотдачи. Животные с высокой скоростью молокоотдачи быстрее адаптируются и имеют более высокие надои.

3. В условиях СПК ПЗ «Новый» применение роботизированной установки Merlin 2 по сравнению с традиционной установкой «Елочка» обеспечило увеличение среднесуточного удоя на 0,04%, массовой доли жира - на 2,3%, белка - на 1,8%, а также способствовало улучшению здоровья вымени и стабильности лактации.

Литература

1. Бабайлова, Г. П. Влияние линии быка голштинской породы на молочную продуктивность коров-первотелок черно-пестрой породы / Г. П. Бабайлова, А. В. Мельникова, Е. Д. Бузмакова // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : Сборник статей международной научно-практической конференции, Киров, 12–13 марта 2018 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 16-21. – EDN XUTZJJ.

2. Влияние разных продуктивных типов и живой массы коров черно-пестрой породы на пожизненную молочную продуктивность / Г. П. Бабайлова, Т. И. Березина, Е. Д. Бузмакова, А. В. Ковров // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : Сборник статей Международной научно-практической конференци, Киров, 16 февраля 2017 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 7-13. – EDN YIJVYN.

3. Молочная продуктивность разных продуктивных типов голштинизированных коров черно-пестрой породы / Г. П. Бабайлова, Т. И. Березина, Е. Д. Бузмакова, А. В. Ковров // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии : Сборник статей Международной научно-практической конференци, Киров, 16 февраля 2017 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 14-25. – EDN YIJXKZ.

4. Бузмакова, Е. Д. Изменение производственных показателей чёрно-пёстрой породы коров под влиянием современной действительности в хозяйствах Кировской области / Е. Д. Бузмакова. – DOI 10.25708/ZT.2023.11.59.002 // Зоотехния. – 2023. – № 6. – С. 6-13. – EDN PSVGUD.

5. Бузмакова, Е. Д. Использование высокопродуктивных коров черно-пестрой породы в племенной работе в Кировской области / Е. Д. Бузмакова, Е. Н. Усманова. – DOI 10.30906/1999-5636-2018-5-35-38 // Аграрная Россия. – 2018. – № 5. – С. 35-38. – EDN XRKMCT.

6. Бузмакова, Е. Д. Производственные показатели хозяйств и их зависимость от кормопроизводства и кормления / Е. Д. Бузмакова // Актуальные проблемы селекции и технологии возделывания полевых культур : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Сергея Федоровича Тихвинского, Киров, 16 декабря 2022 года. – Киров : ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2022. – С. 25-38. – EDN NZACHJ.

7. Интегрированная система кормопроизводства и уровень кормления животных молочного направления продуктивности / В. С. Зернов, Р. В. Зернов, Е. Д. Бузмакова, А. А. Мельникова // Вопросы физиологии, содержания и кормления, селекции с.-х. животных, биологии пушных зверей и птиц, охотоведения : Материалы научно-практической конференции, Киров, 14–15 декабря 2004 года. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2004. – С. 71-74. – EDN ZPBBSQ.

8. Кажеко, О. А. Особенности организации труда при машинном доении коров на доильной установке "Карусель" / О. А. Кажеко, М. В. Барановский, А. С. Курак // Зоотехническая наука Беларуси. – 2016. – Т. 51, № 2. – С. 164-172. – EDN WKGYZH.
9. Миронова, Т. Продуктивность и заболеваемость маститом коров при использовании роботизированной и машинной систем доения / Т. Миронова, А. Муромцев // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 5. – С. 30-31. – EDN QZQSHH.
10. Першина, З. Н. Анализ продуктивности долголетних и высокоудойных коров молочных пород / З. Н. Першина, Е. Д. Бузмакова, Т. И. Головенкина // Резервы увеличения производства продукции животноводства : Сборник научных трудов. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 1991. – С. 4-11. – EDN OJWTUS.
11. Робот Fullwood Merlin // ИжАгроТехСтрой : сайт. – URL: https://izhagroteh.ru/ (дата обращения 12.03.2026 г.)
12. Холманов, А. Доильные роботы: преимущества и проблемы / А. Холманов, О. Осадчая, А. Алексеенко // Животноводство России. – 2008. – № 5. – С. 73-75. – EDN IUMAEF.

УДК 636.085.52

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИЛОСА ИЗ СМЕСИ ОДНОЛЕТНИХ И МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ЕСТЕСТВЕННОМ СКВАШИВАНИИ

Соболева Е. С. – магистрант 2 курса института биологии и ветеринарной медицины
Дёмина Е. А. – лаборант
Усатова Н. И. – старший преподаватель
Пилип Л. В. – канд. ветеринар. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты лабораторного исследования силоса, заготовленного из свежескошенных и провяленных однолетних и многолетних трав без применения консервантов и инокулянтов. Определены органолептические, физико-химические показатели. Установлено, что силос характеризуется приятным запахом квашеных овощей, зеленовато-оливковым цветом, мягкой консистенцией, pH 4,3, отсутствием масляной кислоты и низким содержанием нитратов (24 мг/кг). Несмотря на высокое относительное содержание уксусной кислоты (44,2% от суммы или от СВ), по совокупности показателей корм соответствует 1 классу качества согласно ГОСТ 55986-2022.

Ключевые слова: силос, однолетние травы, многолетние травы, уксусная кислота, молочная кислота, класс качества, pH, Кировская область

Введение. В условиях Северо-Востока европейской части России, в том числе в Кировской области, силосование является основным способом консервирования зеленых кормов. Отказ от химических консервантов и бактериальных инокулянтов удешевляет процесс, но требует строгого контроля влажности и скорости подкисления.

Цель настоящей работы – лабораторная оценка качества силоса из смеси однолетних и многолетних трав, заготовленного без добавок на базе Кировской лугоболотной опытной станции.

Материалы и методы исследования. Объект исследования – силос из травосмеси (овес, вика, клевер луговой, тимофеевка луговая). Растения скашивали в фазе колошения-бутонизации, провяливали в поле 4–6 часов, закладывали в траншею без уплотнения (условия хозяйства). Консерванты и инокулянты не применялись.

Отбор проб проводили по ГОСТ 27262-87. Активную кислотность (pH) определяли потенциометрическим методом по ГОСТ 26180-84. Содержание органических кислот (молочной, уксусной, масляной) – методом паровой дистилляции (в процентах от сухого

вещества). Нитраты – ионометрически. Статистическую обработку (среднее арифметическое, стандартное отклонение) выполняли по ГОСТ Р 8.736-2011. Количество повторностей – 5.

Результаты исследования. По органолептической оценке (рисунок 1 и 2) исследуемый силос имеет приятный, напоминающий квашеные овощи, запах (4 балла по 5-балльной шкале), без признаков плесени и ослизнения, зеленовато-оливкового цвета, мягкой, немажущей консистенции.



Рисунок 1 – Органолептическое исследование силоса в лаборатории



Рисунок 2 – Силос в силосных траншеях Кировской лугоболотной опытной станции

Физико-химические показатели силоса представлены в таблице.

Таблица 1 – Показатели качества силоса

Показатель	Значение	Норма для 1 класса по ГОСТ 55986-2022
Влажность, %	72,03 ± 2,12	не нормируется
Сухое вещество (расчет), %	27,97 ± 2,12	24-28
pH, ед pH	4,3 ± 0,1	≤ 4,4 (для бобово-злаковых)
Молочная кислота, % от СВ	4,62 ± 1,60	не менее 3%
Уксусная кислота, % от СВ	44,2 ± 4,0	не более 50%
Масляная кислота, % от СВ	не обнаружена	0
Нитраты, мг/кг	24 ± 2,5	≤ 500

Примечание. Содержание кислот приведено в процентах от абсолютно сухого вещества. Соотношение молочной кислоты к уксусной составляет 1 : 9,6.

Полученные данные свидетельствуют о доброкачественности силоса. Значение pH 4,3 ед pH находится в пределах нормы для 1 класса (ГОСТ 55986-2022). Отсутствие масляной кислоты указывает на подавление клостридиального брожения, что является главным критерием качества. Содержание уксусной кислоты (44,2% от СВ) при низком содержании молочной (4,62% от СВ) возможно обусловлено преобладанием гетероферментативных молочнокислых бактерий, которые продуцируют равные количества молочной и уксусной кислот, но при этом снижают pH медленнее. Зафиксировано низкое содержание нитратов (24 мг/кг) многократно ниже ПДК (500 мг/кг), что исключает токсикоз.

Заключение. Силос из однолетне-многолетней травосмеси, заготовленный на Кировской лугоболотной опытной станции без консервантов, имеет хорошие органолептические свойства. Физико-химические показатели соответствуют требованиям доброкачественного корма. Несмотря на высокое относительное содержание уксусной кислоты

(44,2% от СВ) и низкое – молочной (4,62% от СВ), по совокупности критериев ГОСТ 55986-2022 силос относится к 1 классу качества.

Рекомендовано в производственных условиях контролировать не только pH и наличие масляной кислоты, но и соотношение органических кислот для своевременной коррекции технологии (применение гомоферментативных инокулянтов при устойчивом преобладании уксусной кислоты).

Исследование выполнено в рамках НИР по теме: «Особенности выращивания люцерны и производство высокобелкового сенажа на ее основе для молочного скота в условиях Кировской области».

Литература

1. ГОСТ Р 55986-2022. Силос и силаж. Общие технические условия : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное. – Москва : Российский институт стандартизации, 2022. – 16 с.

2. Лазарев, Н. Н. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, Е. М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18-25.

3. Победнов, Ю. А. Динамика аммиака и масляной кислоты в зависимости от степени провяливания и способа силосования люцерны / Ю. А. Победнов, М. С. Иванова, А. А. Мамаев // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 41-46.

УДК 619:617.7:636.5

ПРИМЕНЕНИЕ БЕТАДИНА 0,2 % ДЛЯ ПРОМЫВАНИЯ ГЛАЗ ПТИЦАМ

Соломахина Л. А. [1,2] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1]ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Россия
[2]Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Санация глаз птиц должна проводиться рутинно перед применением тех или иных медикаментозных препаратов на глазную поверхность для ее подготовки к последующему циклу закапываний и улучшения всасывания препаратов, удаления выделений, для обеспечения глазам комфорта. В идеале промывание глаз должно осуществляться перед каждым циклом закапывания лекарственных препаратов. Если выделений из глаз не много или их практически нет, то промывка перед каждым циклом не обязательна. В данном случае можно использовать санацию утром и вечером как гигиеническую процедуру, а днем только по необходимости. Обычно от проведения санации глаз до начала цикла закапывания рекомендовано делать отступ в 10 минут для того, чтобы ирригационный раствор успел подействовать. Существуют различные препараты для промывания глаз, однако не все они подходят птицам, а некоторые лосьоны стоят довольно дорого и поэтому их применение не рассматривается для подобранных с улицы птиц, которые живут в приютах. Именно поэтому целью нашего исследования явилось подобрать наиболее подходящий для птиц ирригационный раствор, который был бы безопасен и эффективен, экономически выгоден особенно для диких птиц у которых нет владельцев. В нашей работе мы производили сравнительную оценку растворов для санации глазной поверхности птиц (натрия хлорид 0,9%, бетадин 0,2%, мирамистин 0,01%) и выбрали наиболее подходящий (бетадин 0,2%), который помимо эффективности и хорошей переносимости будет также экономически выгоден для использования, так как в нашей практике встречается огромное количество диких птиц за которых некому платить и они размещаются в приюты.

Ключевые слова: птица, морфология, глазное яблоко, промывание глаз, ветеринарная офтальмология, натрия хлорид 0,9%, бетадин 0,2%, мирамистин 0,01%

ВВЕДЕНИЕ. Санация глаз птиц должна проводиться рутинно перед применением тех или иных медикаментозных препаратов на глазную поверхность для ее подготовки к последующему циклу закапываний и улучшения всасывания препаратов, удаления выделений, для обеспечения глазам комфорта. В идеале промывание глаз должно осуществляться перед каждым циклом закапывания лекарственных препаратов. Если выделений из глаз не много или их практически нет, то промывка перед каждым циклом не обязательна. В данном случае можно использовать санацию утром и вечером как гигиеническую процедуру, а днем только по необходимости. Обычно от проведения санации глаз до начала цикла закапывания рекомендовано делать отступ в 10 минут для того, чтобы ирригационный раствор успел подействовать.

Существуют различные препараты для промывания глаз, однако не все они подходят птицам, а некоторые лосьоны стоят довольно дорого и поэтому их применение не рассматривается для подобранных с улицы птиц, которые живут в приютах.

Именно поэтому целью нашего исследования явилось подобрать наиболее подходящий для птиц ирригационный раствор, который был бы безопасен и эффективен, экономически выгоден особенно для диких птиц у которых нет владельцев.

Цель исследования. Произвести сравнительную оценку растворов для санации глазной поверхности птиц и выбрать наиболее подходящий, который помимо эффективности и хорошей переносимости будет также экономически выгоден для использования, так как в нашей практике встречается огромное количество диких птиц за которых некому платить и они размещаются в приюты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Промывание глаз птицам является важной подготовительной и лечебной процедурой. Материалом для исследований послужили растворы для санации глазной поверхности.

Объектом для исследования послужили птицы различных отрядов: ястребообразных (ястреб тетеревятник, n=6), соколообразных (сокол сапсан, n=4), журавлеобразных (дрофа, n=5) и совообразных (сова ушастая, n=6). Всего исследовано 21 половозрелая птица. Животных разделили на три равные группы. Птицы поступали на прием из центра помощи диким животным «Сердце леса» в Воронежский ветеринарный госпиталь № 1. Часть исследований проведено в «Центре воспроизводства редких видов животных».

Для исследований птицам 1-й группы производили промывание глаз при помощи 0,9% раствора натрия хлорида (рис.1).



Рисунок 1 – 0,9% раствор натрия хлорида (фото Л. А. Соломахиной)

Птицам 2-й группы производили промывание глаз при помощи 0,2% раствора бетадина (рис.2).



Рисунок 2 – 0,2% раствор бетадина (фото Л. А. Соломахиной)

Птицам 3-й группы производили промывание глаз при помощи 0,01% раствора мирамистина (рис.3).



Рисунок 3 – 0,01% раствор мирамистина (Окомистин)

Для санации нами использовался один из трех ирригационных растворов, шприц на 10 мл, перчатки и маска для защиты врача, налобный осветитель и увеличитель для комфортной работы.

Санация глазной поверхности производилась ирригационным раствором шприцем на 10 мл без иглы с подачей раствора на роговицу со стороны верхнего века с подложенной под нижнее веко марлевой салфеткой или ватным диском.

Обработка глазной поверхности проводилась с захватом век. Экссудат с век удалялся при помощь стерильной марлевой салфетки или ватного диска после нанесения ирригационного раствора. Иногда при сильном загрязнении глазной поверхности и периокулярных тканей требовалось повторно нанести раствор для санации. Важной задачей является максимально тщательно очистить глазную поверхность и периокулярные ткани перед началом цикла закапывания.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Промывание глазной поверхности птицам производилось тремя разными растворами.

Раствор №1. 0,9% раствор натрия хлорида.

Изотонический раствор натрия хлорида является универсальным средством обработки глазной поверхности птиц, причем он подходит как для профилактических гигиентических обработок, так и для санации глазной поверхности при различных воспалительных поражениях. Оказывает дезинтоксикационное и регидратирующее действие. Восполняет дефицит натрия при различных патологических состояниях организма.

Плюсом данного препарата является то, что он находится в свободном доступе, стоит абсолютно не дорого и хорошо переносится. Однако у него есть один относительный минус- он не имеет в своем составе антибактериального компонента, поэтому в случае тяжелых поражений роговицы с кератомаляцией или же в случае тяжелых конъюнктивитов для наилучшего очищения глазной поверхности лучше использовать альтернативные варианты.

Раствор № 2. 0,2% раствор бетадина. Бетадин (действующее вещество - повидон-йод) - антисептическое средство широкого спектра, уничтожающее бактерии, грибки и вирусы.

Выпускается в форме 10% водного раствора и мази. Для приготовления 0.2% раствора мы добавляли к 200 мл 0,9% раствора натрия хлорида 4 мл 10% водного раствора бетадина. Нами было выявлено, что готовый раствор обесцвечивается при доступе света, поэтому его необходимо хранить в темном месте. Если набранный в шприц раствор оставить на столе, то он быстро обесцветится, а, следовательно, потеряет свои полезные антибактериальные и противогрибковые свойства. Исходя из нашего опыта раствор удобней всего разводить в пластиковых флаконах или же если используется стеклянные флаконы, то на них надевается темная перчатка, которая фиксируется к горлышку лейкопластырем. Раствор хранится в темном прохладном месте от момента разведения не более 7 дней. В случае, если произошло обесцвечивание раствора, он меняется. Важно отметить, что при добавлении концентрата 10% бетадина в бутылочку с 0,9% раствором натрия хлорида бутылка не раскрывается полностью, а раствор добавляется путем прокалывания резинки. Причем, очень удобно оставлять в бутылочке с приготовленным раствором розовую иглу 18G, диаметром 1,2 х 40 мм, закрытую крышкой от внутривенного катетера для герметичности (рис.4, рис.5). Таким образом раствор остается максимально сохранным и не нужно каждый раз прокалывать резинку. Плюсом к вышеперечисленному применение розовой иглы очень удобно для комфортного набора в шприц жидкости. Для удобного набора ирригационного раствора также можно использовать спайсеры, однако по финансам они выходят гораздо дороже.



Рисунок 4 – Розовые иглы 18G диаметром 1,2 х 40 мм для удобного набора ирригационного раствора (фото Л. А. Соломахиной)



Рисунок 5 – Импровизированный способ удобно и безопасно набирать ирригационный раствор (фото Л. А. Соломахиной)

0,01% раствор мирамистина (Мирамистин, Окомистин). Действующее вещество мирамистина дензилдиметил [3(миристоиламино)пропил] аммония хлорида моногидрат (0,1 мг в 1 мл).

Препарат обладает широким спектром антимикробного действия, включая госпитальные штаммы, резистентные к антибиотикам. Активен против грамположительных и грамотрицательных бактерий, грибков, вирусов (в том числе герпеса). Преимуществами препарата является то, что он не имеет запаха и вкуса, не вызывает местного раздражающего действия (за исключением индивидуальных реакций).

Офтальмологической сертифицированной формой препарата мирамистин является Окомистин, однако флакон Окомистина содержит всего лишь 10 мл раствора, что экономически очень не выгодно, особенно для дикой птицы.

ВЫВОДЫ. Произведя сравнительную оценку растворов для санации глазной поверхности птиц мы выбрали наиболее подходящий, который помимо эффективности и хорошей переносимости будет также экономически выгодным для использования, так как в нашей практике встречается огромное количество диких птиц за которых некому платить и они размещаются в приюты. Таким препаратом в нашей практике стал раствор бетадина 0,2 %. Однако, хочется заметить, что все три раствора отлично подходят для санации глазной поверхности птицам, но натрия хлорид 0,9% лучше использовать для профилактических обработок глаз, а бетадин 0,2% и мирамистин 0,01% лучше использовать в случае наличия бактериальной или грибковой инфекции. Причем если сравнивать бетадин 0,2% и мирамистин 0,01%, оба препарата являются эффективными и хорошо переносятся птицей, однако раствор бетадина является более экономически выгодным.

Литература

1. Егоров, Е. А. Офтальмологические проявления общих заболеваний / Е. А. Егоров, Т. В. Ставицкая, Е. С. Тутаев. – Москва : ГЭОТАР–Медиа, 2006. – 590 с.
2. Ковалевский, Е. И. Офтальмология : учебник / Е. И. Ковалевский. – Москва : Медицина, 1995. – 478 с.
3. Стекольников, А. А. Ветеринарная офтальмология : учебник / А. А. Стекольников, Л. Ф. Сотникова. – Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2017. – 288 с.
4. Хаппе, В. Офтальмология / В. Хаппе. – Москва : МЕДпресс–информ, 2004. – 352 с.
5. Williams D. L. Ophthalmology of exotic pets. Willey-Blackwell. 2012.
6. Martin C. L. Ophthalmic Disease in Veterinary medicine. Manson. London, 2010.
7. Sivak J. G. Avian mechanisms for vision in air and water. Trends Neurosci 1980;12: 314–317.
8. Pettigrew J. D., Wallman J., Wildsoet C. F. Saccadic oscillations facilitate ocular perfusion from the avian pecten. Nature 1990; 343: 362–363.
9. Petersen J. S., Crispin S. BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology. BSAVA.Spain, 2002.
10. Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
11. Veterinary Ocular Pathology a comparative review / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China. 2010.
12. Veterinary ophthalmology / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
13. Veterinary ophthalmology / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. – 6th ed.

УДК 617.713-002

ПРИМЕНЕНИЕ ФУЗИДОВОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ЛЕЧЕНИИ НЕОНАТАЛЬНОЙ ОФТАЛЬМИИ

Староверова С. И.[1] – ветеринарный врач
Соломахина Л. А.[1,2] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1]Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, Воронеж, Россия
[2]ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Россия

Аннотация. Неонатальный конъюнктивит - острое воспаление слизистой оболочки глаза у новорождённых котят и щенков в возрасте до 28 дней. Чаще всего патологию выявляют у животных в возрасте 10–14 дней, когда из-за накопления экссудата наблюдается растяжение век, предшествующее их полному разъединению. Ключевым признаком считается обильное выделение, как правило, гнойного характера. Помимо конъюнктивы воспаляются веки, а также зачастую поражается роговица. У щенков причиной часто становится бактериальная инфекция (в частности, Staphylococcus spp.) в конъюнктивальной полости, возникшая сразу после появления на свет, тогда как у котят возможны инфекции, вызванные комбинацией Staphylococcus spp., Chlamydophila felis или вируса герпеса кошек 1 типа. Лечение должно быть осторожным, без избыточного назначения препаратов, поскольку у новорождённых органы и системы ещё не сформированы полностью, а неправомерное применение отдельных лекарственных средств может нанести вред здоровью малыша.

Ключевые слова: ветеринарная офтальмология, неонатальная офтальмия, неонатальный конъюнктивит, котята, щенки

Введение

Неонатальный конъюнктивит (неонатальная офтальмия) - это острое воспаление слизистой оболочки глаза у новорождённых котят и щенков в период с первого по двадцать восьмой день жизни. Чаще всего патология проявляется у животных в возрасте 10–14 дней, до наступления сепарации ресничных краёв век, когда из-за накопления экссудата наблюдается их растяжение. Лечение должно проводиться с особой осторожностью, без избыточного назначения лекарств, поскольку органы и системы, а также иммунная защита у новорождённых ещё не сформированы полностью, и применение некоторых препаратов может вызвать нежелательные последствия.

Причины неонатальной офтальмии. Инфекция передаётся плоду внутриутробно, однако патогены могут проникнуть в организм через пупочную петлю или иные пути. Заражение возможно при наличии у матери инфекционных заболеваний - например, стоматита (зубной налёт), мастита или метрита. Возбудители инфекции варьируются в зависимости от вида животного: Chlamydophila felis или вирус герпеса 1 типа у кошек (FHV-1) чаще всего выявляются у котят, тогда как Staphylococcus spp. или грамотрицательные бактерии, происходящие из кишечника, могут поражать как щенков, так и котят. Таким образом, неонатальный конъюнктивит у щенков, как правило, обусловлен бактериальной инфекцией (в первую очередь - Staphylococcus spp.) в конъюнктивальной полости, возникающей сразу после появления на свет, тогда как у котят - смешанная инфекция, вызванная Staphylococcus spp., Chlamydophila felis или FHV-1. Гипоксия - нехватка кислорода во время родов - повышает вероятность инфицирования. Гипотермия - переохлаждение - снижает защитные функции организма, способствуя развитию бактериальных инфекций. Дополнительные факторы риска: аспирационная пневмония, диарея, повреждения кожных покровов, а также инфекционное заражение от человека.

Лечение неонатальной офтальмии.

Лечение включает обильное промывание глазной щели антибактериальными и антиколлагеназными средствами, а также немедленное раскрытие век у щенков и котят с наступлением возраста 10–14 дней. При преждевременном открытии век проводится тщательная дезинфекция глазной щели. Промывание является ключевой процедурой,

позволяющей удалить экссудат из-под закрытых век, что можно выполнить двумя способами: с использованием атравматичной лакримальной канюли или шприца без иглы.

После того, как веки щенка или котенка раскрыты и экссудат вымыт необходимо произвести развернутый офтальмологический осмотр для выявления сопутствующих патологий. Зачастую у котят с неонатальным конъюнктивитом затрагивается роговица и при раскрытии глазной щели мы можем видеть язвенный кератит, который будет требовать дополнительного лечения. Местное лечение состоит из санации конъюнктивальной полости антибактериальным раствором, применение антибактериальных препаратов широкого спектра, антиколлагеназных и противовоспалительных препаратов, а также корнеопротекторов. В каждой конкретной ситуации схема лечения подбирается индивидуально. Особенно хотим отметить фузидовую кислоту. Препараты на её основе положительно зарекомендовали себя при лечении неонатальной офтальмии.

Неонатальную офтальмию у щенков чаще всего вызывает Staphylococcus spp., тогда как у котят патология может быть спровоцирована несколькими возбудителями одновременно. Применение фузидовой кислоты обусловлено её высокой эффективностью против штаммов Staphylococcus spp., включая Staphylococcus aureus и Staphylococcus epidermidis, что позволяет использовать её в качестве монотерапии при неонатальной офтальмии у щенков. В случае с котятами монохромотерапия фузидовой кислотой нежелательна, поскольку причиной заболевания выступает часто смешанная инфекция - Staphylococcus spp., Chlamydophila felis или герпесвирус кошек 1 типа. В такой ситуации, помимо фузидовой кислоты, в схему лечения обязательно включают местные фторхинолоны. Большинство антибактериальных препаратов, особенно аминогликозиды, теряют активность в гнойной среде, тогда как фузидовая кислота и фторхинолоны сохраняют эффективность даже в условиях гнойного экссудата, что делает их ключевыми компонентами терапии инфекции, накапливающейся под опущенными веками. Кроме того, фторхинолоны, в отличие от аминогликозидов и фузидовой кислоты, проявляют выраженную активность в отношении хламидий, которые также способны вызывать неонатальную офтальмию у котят.

Фузидовая кислота. Описание препарата.

Фузидовая кислота (Фузидиевая кислота) - антибиотик, выделяемый из культуральной жидкости гриба Fusidium coccineum. Фузидиевая кислота активна главным образом в отношении грамположительных микроорганизмов. Кислоту используют при заболеваниях, вызываемых микроорганизмами, устойчивыми к другим антибиотикам. Она малотоксична, практически не оказывает побочного действия. Фузидовая кислота оказывает бактериостатическое или бактерицидное действие. Механизм действия связан с подавлением синтеза белка за счет ингибирования фактора, необходимого для транслокации белковых субъединиц и элонгации пептидной цепи, что приводит в дальнейшем к гибели возбудителя.

Высокоактивен в отношении Staphylococcus spp., особенно Staphylococcus aureus и Staphylococcus epidermidis (включая метициллин-резистентные штаммы), Nocardia asteroides, Clostridium spp. Менее активен в отношении Streptococcus spp., Enterococcus spp., Neisseria spp., Bacteroides spp., Mycobacterium tuberculosis, Mycobacterium leprae. Фузидовая кислота активна в отношении некоторых простейших, включая Giardia lamblia, Plasmodium falciparum.

К сожалению, в настоящее время в России отсутствуют сертифицированные офтальмологические препараты на основе фузидовой кислоты, однако за границей доступны такие препараты, как Fucithalmic Vet 1% и Футарон 1%. Футарон 1% мы успешно испрользуем в своей практике. Ранее в России был доступен такой препарат как Фуциталмик 1%.



Рисунок 1 – Торговое название фузидовой кислоты (Казахстан)

Выводы: Неонатальная офтальмия - это экстренное состояние пациента, которое требует незамедлительной диагностики и лечения. Применение в схемах лечения фузидовой кислоты дает отличные результаты при лечении неонатальной офтальмии у щенков даже в монорежиме, так как напрямую воздействует на Staphylococcus spp, в отношении которого активна фузидовая кислота. В отношении неонатальной офтальмии котят фузидовая кислота так же достаточно активна, но если патологию вызывает еще и Chlamydophila felis или кошачий герпесвирус 1 типа, в схему лечения необходимо добавить препараты из группы фторхинолонов для более выраженного эффекта и выздоровления пациента.

Литература

1. Егоров, Е. А. Офтальмологические проявления общих заболеваний / Е. А. Егоров, Т. В. Ставицкая, Е. С. Тутаев. – Москва : ГЭОТАР–Медиа, 2006. – 590 с.
2. Ковалевский, Е. И. Офтальмология : учебник / Е. И. Ковалевский. – Москва : Медицина, 1995. – 478 с.
3. Стекольников, А. А. Ветеринарная офтальмология : учебник / А. А. Стекольников, Л. Ф. Сотникова. – Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2017. – 288 с.
4. Хаппе, В. Офтальмология / В. Хаппе. – Москва : МЕДпресс–информ, 2004. – 352 с.
5. Williams D. L. Ophthalmology of exotic pets. Willey-Blackwell. 2012.
6. Martin C. L. Ophthalmic Disease in Veterinary medicine. Manson. London, 2010.
7. Sivak J. G. Avian mechanisms for vision in air and water. Trends Neurosci 1980;12: 314–317.
8. Pettigrew J. D., Wallman J., Wildsoet C. F. Saccadic oscillations facilitate ocular perfusion from the avian pecten. Nature 1990; 343: 362–363.
9. Petersen J. S., Crispin S. BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology. BSAVA.Spain, 2002.
10. Slatter's Fundamentals of Veterinary ophthalmology. 4th ed. Saunders Elsevier. China, 2008.
11. Veterinary Ocular Pathology a comparative review / R. R. Dubielzig, K. Ketring, G. J. McLellan, D. M. Albert. Saunders Elsevier. China. 2010.
12. Veterinary ophthalmology / Edited by K. N. Gelatt, B. C. Gilger, T. J. Kern. 5th ed. Willey-Blackwell. 2013.
13. Veterinary ophthalmology / edited by Kirk N. Gelatt, Brian C. Gilger, Thomas J. Kern. – 6th ed.

УДК 591.41: 591.47: 591.144

МОРФОЛОГИЯ СКЕЛЕТА И ЛИМФОИДНОЙ ТКАНИ БОБРА

Талпа А. А.– аспирант 1 года обучения института биологии и ветеринарной медицины
Научный руководитель – Панфилов А. Б., д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Изучение морфологии животных по костям является основной задачей остеологической науки. По морфологическим показателям костей скелета исследуются видовые, половозрастные, породные особенности животных. Многие исследователи, отечественные и зарубежные, изучавшие остеологические материалы, внесли свой вклад в развитие науки - М. Тайхерт, Ш. Бёкёни, Г. Нобис, О. Цичманн, и другие [2, 4].

Ключевые слова: бобры, морфология скелета, морфология лимфоидной ткани

Материалы и методы исследования. Объектом исследования в первом случае выступали черепа речного бобра. Для изготовления черепов, использовался классический анатомический метод по изготовлению препаратов: вываривание с добавлением гидрокарбоната натрия, очистка, отбеливание перекисью водорода и высушивание [1, 3].

Затем производились морфометрические измерения по определению возраста и визуальное сравнение. Использовались морфометрические методы исследования. Проведены следующие измерения: максимальная длина черепа, кондилобазальная длина, основная длина, максимальная ширина, скуловая ширина, межглазничная ширина, длина лицевой части, максимальная длина носовых костей, длина верхнего ряда зубов, максимальная ширина мозговой капсулы, длина нижней челюсти (таблица 1) [4, 1].

Результаты и обсуждение. Для определения возраста использованы измерения ширины передних резцов и метод распила зубов, так, ширина передних резцов у 1 особи 7мм, 2 особи – 5 мм, 3 особи – 7,5 мм, при распиле отмечались сезонные слои. В результате измерения зубов, возраст исследуемых бобров составляет: 1 особи – 18 месяцев, 2 особи – 12 месяцев, третий особи – 24 месяца.

Таблица 1 – Линейные измерения черепа

Промеры	Возраст 12 месяцев (длина, см.)	Возраст 18 месяцев (длина, см.)	Возраст 24 месяца (длина, см.)
Максимальная длина черепа	11,5±0,02	12,2±0,02	12,8±0,02
Кондилообразная длина	10,2±0,02	11,9±0,02	12,5±0,02
Основная длина	11,3±0,03	12,1±0,03	12,3±0,03
Максимальная ширина	8,6±0,02	9,3±0,02	9,7±0,02
Скуловая ширина	8,1±0,02	8,8±0,02	9,0±0,02
Межглазничная ширина	4,0±0,03	4,9±0,03	5,1±0,03
Длина лицевой части	8,0±0,02	9,2±0,02	9,4±0,03
Максимальная длина носовых костей	4,7±0,02	5,3±0,02	5,3±0,03
Длина верхнего ряда зубов	7,1±0,02	7,8±0,02	7,9±0,02
Максимальная длина мозговой капсулы	5,6±0,03	6,3±0,03	6,4±0,03
Длина нижней челюсти	9,4±0,02	10,1±0,02	10,3±0,02
Длина нижнего ряда зубов	6,6±0,02	7,1±0,02	7,3±0,02

Также произведены измерения отдельных структур черепа, таких как: длина и ширина затылочной кости, межтеменной кости, теменной кости, височной кости, лобной кости, клиновидной, носовой кости, слезной кости, скуловой кости, верхнечелюстной кости, резцовой кости, небной кости (таблица 2).

Таблица 2 – Линейные измерения отдельных костей черепа

Кости черепа	Возраст 12 месяцев (длина, ширина см.)		Возраст 18 месяцев (длина, ширина см.)		Возраст 24 месяца (длина, ширина см.)	
	длина	ширина	длина	ширина	длина	ширина
Затылочная кость	6,0±0,02	3,1±0,02	6,4±0,02	3,5±0,02	6,8±0,02	3,7±0,02
Межтеменная кость	5,6±0,02	0,5±0,02	4,5±0,02	0,3±0,02	2,1±0,02	0,1±0,02
Теменная кость	2,0±0,02	1,5±0,02	2,1±0,02	1,5±0,02	2,4±0,02	1,9±0,02
Лобная кость	5,3±0,02	2,2±0,02	5,7±0,02	2,6±0,02	5,9±0,02	2,9±0,02
Височная кость	4,1±0,02	3,2±0,02	4,5±0,02	3,5±0,02	4,9±0,02	3,8±0,02
Клиновидная кость	1,9±0,02	1,1±0,02	2,0±0,02	1,4±0,02	2,2±0,02	1,7±0,02
Верхняя челюсть	5,8±0,02	4,3±0,02	6,2±0,02	4,3±0,02	6,8±0,02	4,6±0,02
Резцовая кость	5,3±0,02	3,1±0,02	5,8±0,02	3,5±0,02	6,0±0,02	3,7±0,02
Носовая кость	4,7±0,02	2,1±0,02	5,3±0,02	2,3±0,02	5,8±0,02	2,3±0,02
Слезная кость	0,2±0,02	0,3±0,02	0,4±0,02	0,2±0,02	0,4±0,02	0,2±0,02
Скуловая кость	6,1±0,02	1,8±0,02	6,5±0,02	2,1±0,02	6,8±0,02	2,7±0,02
Небная кость	5,8±0,02	0,9±0,02	6,0±0,02	1,0±0,02	6,5±0,02	1,5±0,02

На основании морфометрических показателей можно отметить морфологические особенности лимфоидной ткани в зависимости от сезона года.

У млекопитающих одной из основных систем, осуществляющих защиту организма от патогенных воздействий, является иммунная система. Один из крупных периферических отделов - кишечно-ассоциированная лимфоидная ткань (The gutassociated lymphoid tissue - GALT). Около 80% всех иммунокомпетентных клеток организма ассоциировано со слизистой оболочкой кишечника. GALT является важной частью лимфоидной ткани, ассоциированной со слизистыми оболочками (the mucosa-associated lymphoid tissue - MALT) [5].

Для исследования отобрали животных трех возрастов (12, 18, 24 месяцев). В основе метода лежит макроскопическое исследование препарата кишечника, для этого сразу после извлечения был сделан разрез по всей длине кишечника, а также изучена поверхность слизистой [6,7].

При исследовании установлено, что лимфоидные бляшки имеют округлую или овальную форму, цвет от белого до серо-желтоватого. Подсчитано количество лимфоидных бляшек и лимфоидных узелков в бляшках, а также их среднее значение (таблица 3).

Таблица 3 – Количество пейеровых бляшек в стенке толстого и тонкого кишечника

Препарат кишечника		Возраст 12 месяцев	Возраст 18 месяцев	Возраст 24 месяца
Двенадцати--перстная кишка	Количество лимфоидных бляшек	28	32	35
	Суммарное количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	223	275	301
	Среднее количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	7,9	8,6	8,6
	Количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	от 2 до 25	от 2 до 27	от 2 до 38

Тощая кишка	Количество лимфоидных бляшек	51	60	68
	Суммарное количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	1981	2440	2961
	Среднее значение лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	38,9	40,7	42,7
	Среднее количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	от 7 до 68	от 8 до 85	от 7 до 89
Подвздошная кишка	Количество лимфоидных бляшек	8	8	10
	Суммарное количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	121	134	154
	Среднее значение лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	15,1	16,8	15,4
	Среднее количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	от 3 до 40	от 3 до 47	от 2 до 53
Слепая кишка	Количество лимфоидных бляшек	23	26	31
	Суммарное количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	195	205	281
	Среднее значение лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	8,4	7,9	9,06
	Среднее количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	от 3 до 17	от 2 до 20	от 4 до 34
Ободочная кишка	Количество лимфоидных бляшек	26	29	37
	Суммарное количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	503	564	637
	Среднее значение лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	17,3	19,4	17,2
	Среднее количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	от 3 до 41	от 7 до 70	от 3 до 61
Толстая кишка	Количество лимфоидных бляшек	2	4	7
	Суммарное количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	17	21	73
	Среднее значение лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	8,5	5,25	10,4
	Среднее количество лимфоидных узелков в лимфоидной бляшке	от 3 до 15	от 5 до 15	от 4 до 67

Также произведены вычисления площади лимфоидной ткани к площади кишки в %. Так, у особи в возрасте 12 месяцев площадь лимфоидной ткани двенадцатиперстной кишки составляла 30% от площади кишечной такни, в возрасте 18 месяцев - 35,7%, в возрасте 24 месяцев – 37,5%, у особи в возрасте 12 месяцев площадь лимфоидной ткани тощей кишки составляла 61% от площади кишечной такни, в возрасте 18 месяцев – 65%, в возрасте 24 месяцев – 65,7%, у особи в возрасте 12 месяцев площадь лимфоидной ткани подвздошной кишки составляла 12,6% от площади кишечной такни, в возрасте 18 месяцев – 14,3%, в возрасте 24 месяцев – 16,6%, у особи в возрасте 12 месяцев площадь лимфоидной ткани слепой кишки составляла 7,8% от площади кишечной такни, в возрасте 18 месяцев – 9,2%, в возрасте 24 месяцев – 10,1%, у особи в возрасте 12 месяцев площадь лимфоидной ткани ободочной кишки составляла 10% от площади кишечной такни, в возрасте 18 месяцев – 12,7%, в возрасте 24 месяцев – 13,1%, у особи в возрасте 12 месяцев площадь лимфоидной ткани прямой кишки составляла 4% от площади кишечной такни, в возрасте 18 месяцев – 7,2%, в возрасте 24 месяцев – 9,3%.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что лимфоидная ткань в кишечнике бобра занимает суммарно более 40% от площади кишечной ткани. Данные результаты описывают морфологические особенности лимфоидной ткани в зависимости от возраста животных.

Литература
1. Автократов, Д. М. Курс анатомии сельскохозяйственных животных / Д. М. Автократов. – 2-е изд. – М.-Л. : Красный пролетарий, 1928. – 252 с.
2. Акаевский, А. И. Успехи и дальнейшие задачи в области изучения анатомии животных / А. И. Акаевский // Тезисы докладов на научно-методической конференции анатомов, гистологов и эмбриологов зоовет. и с/х ВУЗов. – Москва, 1948. – С. 4-6.
3. Бородин, Ю. И. Функциональная анатомия лимфатического узла / Ю. И. Бородин, М. Р. Сапин, Л .Е. Этинген. – Новосибирск : Наука, 1992. – 255 с.
4. Быкова, В. П. Лимфоэпителиальные органы в системе местного иммунитета слизистых оболочек / В. П. Быкова // Архив патологии. – Т. 57, № 1. – С. 11-16.
5. Выренков, Ю. Е. Современные данные о структурно-функциональной организации лимфатического узла / Ю. Е. Выренков, В. К. Шишло // Морфология. – 1995. – № 3. – С. 84-89.
6. Манухина, А. И. Кабинет морфологических исследований / А. И. Манухина // Морфология иммунной системы : сборник научных трудов / Всероссийский НИИ физиологии, биохимии и питания с.х. животных, 1999. – Т. 38. – С. 246-253.
7. Панфилов, А. Б. Морфогенез лимфоидной системы кишечника у млекопитающих животных : автореферат диссертации на соискание ученой доктора ветеринарных наук / Панфилов Алексей Борисович. – Санкт-Петербург, 2002. – 35 с.

УДК 573.4

АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Трухина Е. Л. – аспирант 4 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты воздействия биологических препаратов на рост и развитие ярового ячменя. Дана агробиологическая оценка целесообразности применения предпосевной обработки биотехнологически ценными культурами, а также даны рекомендации использования комбинаций культур для получения экологически безопасной продукции ярового ячменя и повышения его урожайности.

Ключевые слова: яровой ячмень, биопрепараты, предпосевная инокуляция, Fischerella muscicola (Thur.) Gom. шт. 300, Trichoderma viride

Перед аграрным сектором остро стоят две взаимосвязанные задачи: обеспечить надежную защиту посевов от вредителей, болезней и сорняков и одновременно производить полноценные, экологически безопасную продукцию для людей и животных. К настоящему времени представления о функциях микроорганизмов в жизни растений значительно углубились. В результате были выделены основные векторы развития: снижение объемов применения агрохимикатов, переход с пестицидов на микробиологические средства защиты, а также решение связанных с этим вопросов. Не теряет актуальности такое направление, как применение микробиологических средств на основе живых клеток целевых микроорганизмов [1-6]. Выпускаются эти препараты в двух основных формах – в виде культуральной жидкости или в виде клеток, адсорбированных на нейтральном носителе

В числе перспективных агентов для полевого земледелия рассматриваются цианобактерии (ЦБ), используемые для увеличения продуктивности сельскохозяйственных растений. Так, работы по использованию ЦБ в сельском и лесном хозяйствах, декоративном цветоводстве в условиях Кировской области ведутся уже более 50 лет на кафедре агробиотехнологии, ландшафтной архитектуры и пищевых производств в Вятском ГАТУ.

Чтобы добиться как усиления существующих, так и появления новых агрономически значимых качеств у цианобактерий, их вводят в ассоциации с другими микробными культурами [7, 8].

Целью работы является сравнительный анализ предпосевной инокуляции семян различными биопрепаратами на рост и развитие растений ячменя.

В работе использовали семена ярового ячменя (Hordeum vulgare L.) сорта Изумруд. Сорт выведен селекционерами Вятской ГСХА методом экспериментального мутагенеза. Он допущен к использованию по 2-му региону и включен в Госреестр и характеризуется как среднеспелый, склонный к полеганию, сильно восприимчивый к пыльной головне. Урожайность в регионе составляет 25,5 ц/га. [9-11].

Для предпосевной обработки семян использовали альгологически чистую культуру Fischerella muscicola (Thur.) Gom. шт. 300, выделенную из дерново-подзолистой почвы. Цианобактерии выращивали на безазотистой среде Громова № 6 в течение 3 недель в люминостате (+25 °С, 3000 лк). Отличительная особенность штамма – более высокая скорость накопления биомассы в непрерывной культуре и длительное сохранение биоактивности [8]. А также микромицет Trichoderma viride – вид грибов-аскомицетов, относящийся к роду Триходерма (Trichoderma) семейства Гипокрейные (Hypocreaceae), выделенный из препарата Триходерма вериде, применяемый для защиты растений от фитопатогенов, вызывающих заболевания альтернариозом, антракнозом, аскохитозом, белой гнилью, вертициллезом, питиозом, ризоктониозом, серой гнилью, фитофторозом, фомозом и т. д. Механизм действия триходермы основан на подавлении развития фитопатогенов грибом Trichoderma viride Pers. [syn. Trichoderma lignorum (Tode) Harz] из порядка гипокрейных. Содержит спорово-мицелиальную массу гриба Триходерма вериде, штамм 471 ГНУ ВНИИСХМ РАСХН, титр не менее 1 млрд. спор/г [12].

Закладку опыта выполняли методом рулонных культур при трехкратной повторности (45 семян на повторность, рис. 1). В работе использовали 1 вариант без обработки препаратами (контроль) и 3 варианта с обработкой семян суспензиями культур Fischerella muscicola (Thur.) Gom. шт. 300, Trichoderma viride, и вариант бинарной обработки Fischerella muscicola (Thur.) Gom. шт. 300 + Trichoderma viride. Инокуляцию осуществляли посредством суточной экспозиции семян в суспензиях, приготовленных согласно схеме эксперимента.

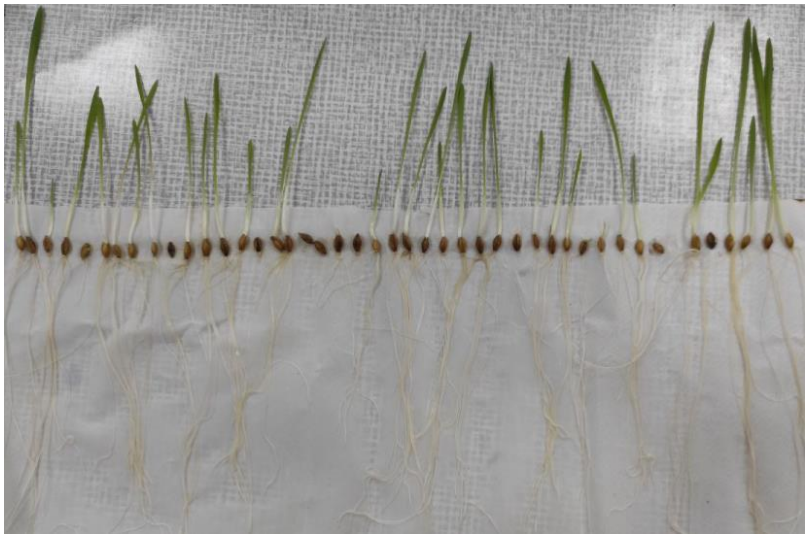


Рисунок 1 – Рулонные культуры *Hordeum vulgare L.*

По результатам визуального осмотра вариантов на наличие поражённых семян гнилью, можно сделать вывод об эффективности двухкомпонентной смеси микроорганизмов (F. muscicola+ Trichoderma viride): семенной материал поражен гнилью незначительно. При анализе всхожести семян и морфометрических показателей на 7-е сутки оказалось, что инокуляция семян ЦБ + Trichoderma viride увеличила всхожесть по сравнению с контролем на 18% (рис. 2).

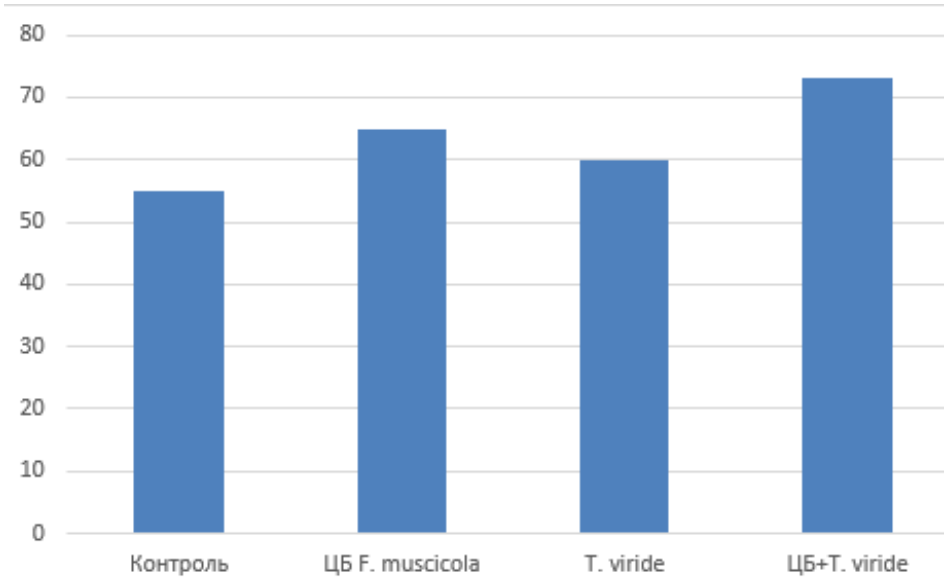


Рисунок 2 – Влияние предпосевной обработки на всхожесть семян ярового ячменя

Варианты: Контроль – без обработки; ЦБ F. muscicola – обработка семян культурой Fischerella muscicola (Thur.) Gom. шт. 300; + T. viride – обработка семян культурой Trichoderma viride из прпарата Триходерма вериде; ЦБ + T. viride – обработка семян культурами F.muscicola и T. viride.

Морфометрические показатели ячменя ярового также оказались отличными от контрольного варианта (рис. 3).

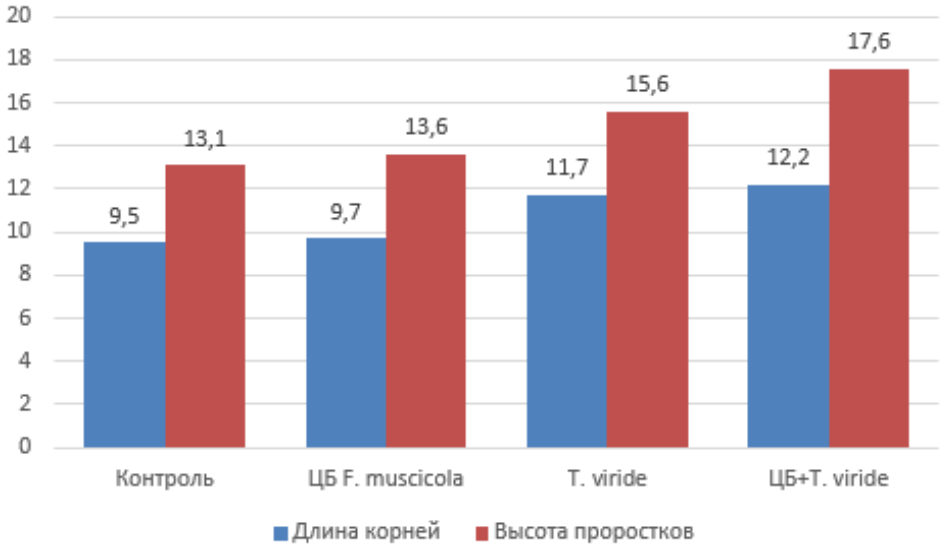


Рисунок 3 – Влияние предпосевной обработки на рост и развитие семян ярового ячменя

Варианты: Контроль – без обработки; ЦБ F. muscicola – обработка семян культурой Fischerella muscicola (Thur.) Gom. шт. 300 + T. viride – обработка семян культурой Trichoderma viride из прпарата Триходерма вериде; ЦБ + T. viride – обработка семян культурами F.muscicola и T. viride.

В первую очередь инокуляция семян влияет на интенсивность роста надземной части, так в трёх опытных вариантах высота проростков оказалась выше контрольных, с максимальной величиной в варианте с F. muscicola + Trichoderma viride 17,6 см., где отмечали

достоверное увеличение высоты проростков по сравнению с контролем на 66,2%, длины корней на 34,4%.

Таким образом, наглядно доказана перспективность использования биопрепаратов на основе ЦБ и гриба Trichoderma viride для ускорения роста и развития, а также для защиты сельскохозяйственных культур от фитопатогенов. Результаты исследования могут быть использованы для получения экологически безопасной продукции ярового ячменя и повышения его урожайности. Кроме того, сами культуры и их бинарная комбинация могут быть в дальнейшем рекомендованы для создания многокомпонентного биопрепарата.

Литература

1. Черемисинов, М. В. Влияние химических и биологических препаратов для обработки семян на изменчивость растений ячменя / М. В. Черемисинов // Современные достижения в развитии сельского хозяйства : Материалы I научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 214-220.

2. Зыкова, Ю. Н. Роль педобиоты в улучшении жизнедеятельности растений / Ю. Н. Зыкова, Л. В. Трефилова, А. Л. Ковина // Микроорганизмы и плодородие почвы : Материалы I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием – Киров : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 57-62.

3. Биопрепараты как фактор регулирования ростовых процессов / Ю. Н. Зыкова, В. А. Изотова, Л. В. Трефилова, А. Л. Ковина // Современному АПК – эффективные технологии : материалы Международной научно-практической конференции – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 176-180.

4. Сравнительный анализ ростстимулирующих биопрепаратов на основе различных групп микроорганизмов / Л. В. Трефилова, Ю. Н. Зыкова, К. А. Леонова, А. А. Кузнецова // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Вятка : Общество с ограниченной ответственностью "Радуга-ПРЕСС", 2016. – Книга 2. – С. 399-403.

5. Коротких, А. И. Возможности использования поверхностной микробиоты растений в агробиотехнологии / А. И. Коротких, Л. И. Домрачева // Вестник Вятского ГАТУ. – 2025. – № 3 (25). – С. 23-26.

6. Коротких, А. И. Рострегулирующая активность бактерии Bacillus mycoides, сохранившейся на корнях гербарного образца птицемлечника / А. И. Коротких, Е. Л. Трухина, Л. И. Домрачева // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : Материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 15 ноября 2023 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2023. – С. 242-246.

7. Цианобактериальные консорциумы как основа новых эффективных препаратов против фитопатогенов / А. И. Коротких, Л. И. Домрачева, А. Л. Ковина [и др.] // Экология родного края: проблемы и пути их решения : Материалы XV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Киров, 18 мая 2020 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2020. – Книга 2. – С. 40-42.

8. Цианобактериальные симбиозы и возможность их практического использования (обзор) / Л. И. Домрачева, А. Л. Ковина, Л. В. Кондакова, Т. Я. Ашихмина // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 3. – С. 21-30.

9. Черемисинов, М. В. Изучение совместного применения химических и биологических препаратов на яровом ячмене / М. В. Черемисинов // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования : Сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции – Киров : ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2023. – С. 292-297.

10. Оценка мутагенной активности химических факторов на яровом ячмене / Г. П. Дудин, А. В. Помелов, М. В. Черемисинов, С. А. Емелев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 6 (186). – С. 32-37.

11. Емелев, С. А. Урожайность образцов ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании Вятского ГАТУ / С. А. Емелев // Современные достижения в развитии сельского хозяйства : Материалы I научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию со дня рождения профессора Геннадия Петровича Дудина, Киров, 07 июля 2023 года. – Киров : Вятский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 42-46.

12. Антимикробная активность микромицета Trichoderma sp., выделенного из ризосферной почвы лютика ядовитого (Ranunculus sceleratus) / Л. И. Домрачева, А. Л. Ковина, А. И. Малинина, А. Л. Люкина // Экология родного края: проблемы и пути их решения : Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 16–18 апреля 2019 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2019. – С. 217-219

УДК 519.254

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ НАЗЕМНЫХ ДАННЫХ И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В УПРАВЛЕНИИ АГРОПРЕДПРИЯТИЕМ

Ульянова Д. С. – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Козлова Л. А., канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлена методика оценки экономической эффективности интеграции данных, включающая интегральный показатель IEI (Integration Efficiency Index), коэффициент синергии S, методы пространственно-взвешенной регрессии (GWR/GTWR) и вероятностный анализ. Эмпирическая апробация на сельскохозяйственном предприятии Центрального Черноземья (12 500 га) показала: интеграция разреженной сети наземных проб (1 проба на 625 га) с данными Sentinel-2 обеспечила прирост точности прогнозных моделей на 9,9–34,5%, годовой экономический эффект 17,73 млн руб., снижение затрат на агрохимический анализ на 79,5% и повышение урожайности озимой пшеницы на 5,8%. Чистая приведённая стоимость (NPV) составила 112,8 млн руб., IRR - 158%, срок окупаемости - менее 1 года. Разработанные рекомендации адресованы органам власти и хозяйствующим субъектам.

Ключевые слова: интеграция пространственных данных, дистанционное зондирование Земли, наземные измерения, экономическая эффективность, синергетический эффект, точное земледелие, пространственно-взвешенная регрессия, IEI, ГИС

Российский рынок данных ДЗЗ находится в фазе активного институционального становления: объём рынка в 2023 году достиг 25,6 млрд рублей с потенциалом роста до 500 млрд рублей к 2030 году. Ключевые тренды - переход к платной модели для госнужд (в 2026 году выделено 5 млрд рублей), развитие ГЧП и создание национальной сети наземных станций приёма данных. При этом 92% российских пользователей используют спутниковые снимки, а половина из них уже комбинируют их с данными беспилотной съёмки. Однако методологическое обеспечение оценки экономической эффективности такой интеграции отстаёт от технологического развития: существующие подходы не выделяют синергетический эффект от объединения разнородных источников.

Целью работы является разработка и апробация методики оценки экономической эффективности интеграции наземных данных и данных ДЗЗ, учитывающей прямые, косвенные и синергетические эффекты.

Объектом исследования, являются процессы сбора, обработки и интеграции наземных измерений и данных ДЗЗ. Предметом - экономические отношения, возникающие при интеграции, и методы количественной оценки их эффективности.

Интеграция рассматривается не как механическое наложение (оверлей), а как процесс установления явных связей между объектами из разных источников, обеспечивающий взаимную верификацию, уточнение геометрии и семантическое обогащение. Выделены пять типов гетерогенности: ценностная, схемная, модельная, синтаксическая и семантическая. Особую сложность представляет объединение векторных наземных данных с растровыми снимками ДЗЗ.

Анализ методик (ГосТех, индикативный подход Нестеренко, вероятностная модель Зайцева и Николаева, отраслевые разработки АФИ) выявил их многообразие при отсутствии унифицированного стандарта. Большинство методик не выделяют вклад интеграционных процессов в общий эффект и не учитывают синергию.

Принципы авторской методики

- Сопоставимость альтернатив (сравнение трёх сценариев: только наземные, только ДЗЗ, интеграция).
- Полный учёт эффектов (прямые, косвенные, социально-экономические).
- Учёт неопределённости (Монте-Карло, анализ чувствительности).
- Пространственная дифференциация (GWR/GTWR).
- Многоуровневая интеграция (от технического сопряжения до аналитических продуктов).

Система показателей

- Прямые эффекты: экономия затрат на сбор данных (ΔC_сбор), обработку (ΔC_обр), инфраструктуру (ΔC_инфр), сокращение времени выполнения задач (ΔT).
- Косвенные эффекты: повышение точности прогнозов (сравнение R^2, RMSE), снижение потерь от неоптимальных решений, снижение рисков ЧС, оптимизация ресурсопотребления (сокращение удобрений до 80%).

Социально-экономические и экологические эффекты: оценка выбросов, сохранение экосистемных услуг (метод замещающей стоимости), доступность информации.

Интегральный показатель эффективности интеграции (IEI)

$$IEI = \Sigma (wi \times Ii\_norm) \times (1+S)$$

где S - коэффициент синергетического эффекта:

$$S = \frac{E_{интегр} - (E_{наземн} + E_{ДЗЗ})}{E_{наземн} + E_{ДЗЗ}}$$

Эмпирически (по данным Wang и соавторов) S ≈ 0,05–0,08 для моделей экономической активности.

Для учёта пространственно-временной гетерогенности эффектов применяются GWR (географически взвешенная регрессия) и GTWR (пространственно-временная). GWR показала существенно лучшее качество (AICc на 2750 ниже), чем обычный МНК.

Оптимальная конфигурация интеграции определяется как:

$$Opt=argmin(Cost\times(1-Accuracynorm))$$

На примере оценки состояния оливковых рощ лучший баланс показала модель Random Forest с данными Sentinel-2 (RMSE = 7,773).

Учет неопределенности проводится вероятностный анализ методом Монте-Карло (10 000+ сценариев) и расчёт чувствительности:

$$Sensitivity\_i = (\Delta IEI/IEI) / (\Delta Parameter\_i/Parameter\_i).$$

Показатель эффективности землепользования (IE) рассчитывается как взвешенная сумма нормализованных показателей:

$$IE = \Sigma (w\_i \times I\_i\_norm)$$

Для проверки разработанной методики было выбрано сельскохозяйственное предприятие в Центральном Черноземье площадью 12 500 га, специализирующееся на озимой пшенице. Сравнивались три сценария: использование только наземных данных (1 проба на 25 га), только спутниковых данных Sentinel-2 и интеграционный сценарий (1 проба на 625 га + Sentinel-2 + цифровая модель рельефа). Интеграция позволила сократить число почвенных проб с 500 до 20 в год, снизив затраты на агрохимический анализ на 79,5% (с 6,2 до 1,27 млн руб.) и расход удобрений на 15% (экономия 3,75 млн руб.).

Точность прогнозирования содержания гумуса в интеграционном сценарии достигла $R^2 = 0,89$, что на 9,9% выше, чем при использовании только наземных данных ($R^2 = 0,81$), и на 34,5% выше, чем при использовании только спутниковых данных ($R^2 = 0,61$). Коэффициент синергетического эффекта S составил 0,099, подтверждая наличие дополнительной ценности от объединения разнородных источников. Применение географически взвешенной регрессии (GWR) повысило точность до $R^2 = 0,86$ и выявило зоны максимальной эффективности интеграции - склоновые участки с высокой вариабельностью почвенного покрова.

Годовой чистый экономический эффект от интеграции составил 17,73 млн руб. за счёт экономии на анализах и удобрениях, а также прироста урожайности озимой пшеницы на 5,8% (с 48,2 до 51,0 ц/га), что дало дополнительную выручку 12,71 млн руб. Чистая приведённая стоимость проекта (NPV) на 10 лет при ставке 12% составила 112,8 млн руб., внутренняя норма доходности (IRR) - 158%, срок окупаемости - менее одного года. Анализ чувствительности методом Монте-Карло показал, что наибольшее влияние на эффективность оказывают цены на удобрения (0,42) и зерно (0,38). Результаты подтверждают высокую экономическую целесообразность интеграции наземных данных и данных ДЗЗ даже при значительном разрежении наземной сети наблюдений.

Технологические направления

- Искусственный интеллект: нейросетевой сервис распознавания земельных участков (до 100 объектов за 10 минут).
- Платформенные решения: по типу индийского GDI (1300+ наборов данных, рост точности геокодирования на 10%) или российской платформы «Налетай.РФ».
- Гибридный мониторинг SCADA – ДЗЗ – БАС: сокращение времени обнаружения инцидентов с 24,3 до 2,7 часов, снижение операционных затрат на 41%.

Рекомендации:

Для федеральных органов: обеспечить гарантированный долгосрочный спрос на данные ДЗЗ, развивать ГЧП (форвардные контракты, концессии), создать национальную платформу обмена геоданными.

Для региональных властей: формировать региональные геоэкосистемы, центры компетенций, внедрять интегрированный мониторинг критической инфраструктуры.

Для хозяйствующих субъектов: начинать с интеграции бесплатных спутниковых данных и разреженной сети наземных наблюдений (1 проба на 500–600 га), применять ИИ, развивать гибридные архитектуры.

Разработанная методика впервые позволяет количественно оценить синергетический эффект от объединения наземных данных и данных ДЗЗ ($S \approx 0,05–0,10$ для сельского хозяйства). Эмпирически доказано, что даже разреженная сеть наземных проб (1 на 625 га) в комбинации с открытыми спутниковыми данными даёт экономически значимый результат: чистый годовой эффект 17,73 млн руб. на 12 500 га, IRR 158%, срок окупаемости менее года. Пространственно-взвешенная регрессия позволяет выявлять зоны максимальной эффективности интеграции. Результаты могут быть использованы органами власти для обоснования инвестиций в национальную инфраструктуру пространственных данных и агропредприятиями для перехода к точному земледелию.

Литература
1. Агроэкологический мониторинг : учебное пособие / Д. А. Шевченко, А. В. Лошаков, Л. В. Кипа [и др.]. – Москва : СтГАУ - "Агрус", 2017. – 84 с. – URL: https://znanium.com/catalog/product/976278 (дата обращения: 02.02.2026).
2. Аэрокосмический и почвенно-экологический мониторинг педосферы Земли (на примере Российской Федерации и некоторых сопредельных территорий) : монография / П. Н. Балабко, Т. Й. Хуснетдинова, Л. Б. Метечко, А. Е. Сорокин ; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова ; Московский авиационный институт. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2024. – 276 с. – ISBN 978-5-394-06142-4. – URL: https://znanium.ru/catalog/product/2198423 (дата обращения: 02.02.2026).
3. Бунин, С. В. Применение данных дистанционного зондирования Земли для сельского хозяйства (на примере Марксовского района) : автореферат бакалаврской работы / С. В. Бунин. – Саратов : Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, 2023. – 11 с.
4. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровскаям [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2023. – 196 с. – ISBN 978-5-16-016372-7. – URL: https://znanium.ru/catalog/product/ 2142301 (дата обращения: 02.02.2026).
5. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / составитель А. Н. Соловицкий. – Кемерово : КемГУ, 2019. – 66 с. – ISBN 978-5-8353-2418-7 // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/135244 (дата обращения: 02.02.2026).
6. Елисеева, Н. С. Дистанционное зондирование и обследование сельскохозяйственных земель : учебное пособие / Н. С. Елисеева, А. В. Банкрутенко. – Омск : Омский ГАУ, 2024. – 80 с. – ISBN 978-5-907687-61-5 // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/407570 (дата обращения: 02.02.2026).

УДК 636.085.52

БИОЛОГИЧЕСКИЕ КОНСЕРВАНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ СИЛОСОВАНИИ

Усатова Н. И. – старший преподаватель
Пилип Л. В. – канд. ветеринар. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. При силосовании используются биологические консерванты на основе гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий, пропионовокислых микроорганизмов и ферментных препаратов. В статье проанализированы механизмы действия различных типов заквасок, их влияние на качество силоса, сохранность питательных веществ и аэробную стабильность корма.

Ключевые слова: силосование, бактериальные закваски, биоконсерванты, молочнокислые бактерии, гомоферментативные бактерии, гетероферментативные бактерии, пропионовокислые бактерии

Введение. Силосование является одним из наиболее эффективных методов консервирования сочных кормов, обеспечивающим сохранение питательных веществ растительной массы на длительный период. В основе процесса лежит молочнокислое брожение, происходящее под действием микроорганизмов в анаэробных условиях. Спонтанная ферментация не может гарантировать получение качественного продукта, поскольку состав эпифитной микрофлоры силосуемого сырья может варьироваться в широких пределах. Для направленного регулирования микробиологических процессов при силосовании применяют бактериальные закваски и биоконсерванты. В основу таких препаратов входит одна или

несколько живых культур молочнокислых бактерий, которые подавляют нежелательную микрофлору, продуцируя молочную кислоту [1, 3, 7].

Целью настоящей работы является систематизация знаний о видах биологических заквасок, используемых при силосовании, и оценка их эффективности.

Результаты исследования. Современные биологические консерванты подразделяются на три основные группы: бактериальные, ферментные и комплексные (бактериально-ферментные) препараты. Бактериальные закваски содержат живые культуры микроорганизмов, преимущественно молочнокислых бактерий. В зависимости от типа метаболизма они делятся на гомоферментативные и гетероферментативные штаммы. Кроме того, в состав некоторых препаратов включают пропионовокислые бактерии и энтерококки [8, 10, 11].

Гомоферментативные молочнокислые бактерии сбраживают углеводы с образованием молочной кислоты (CH_3-CH(OH)-COOH). К наиболее распространенным штаммам, используемым в силосных заквасках, относятся Lactobacillus plantarum, Pediococcus acidilactici и Enterococcus faecium. Lactobacillus plantarum обладает высокой кислотоустойчивостью и способностью к быстрому росту при температурах до 50°C, что позволяет ему доминировать над эпифитной микрофлорой. Данный микроорганизм сбраживает простые углеводы растительного сырья в молочную кислоту на 85–90%, обеспечивая быстрое подкисление консервируемой массы до pH 4,3–4,5. При внесении инокулянта на основе L. plantarum наблюдается повышение содержания сухого вещества на 4,8%, сырого протеина на 16,2% и молочной кислоты на 10,7% по сравнению с контролем. Enterococcus faecium ускоряет процесс закисления корма до уровня pH 4,2–4,5 и вырабатывает бактериоцины (энтероцины A и B), подавляющие рост Г- микроорганизмов и клостридий. Устойчивость данного штамма к повышенным температурам (до 60°C) обеспечивает его высокую выживаемость в условиях силосования. Преимуществом гомоферментативных заквасок является быстрое и эффективное подкисление силосуемой массы, что способствует подавлению гнилостной и маслянокислой микрофлоры. Их недостатком считается низкая эффективность в отношении аэробной стабильности готового корма при выемке из хранилища [2, 6].

Гетероферментативные молочнокислые бактерии продуцируют наряду с молочной кислотой также уксусную кислоту (CH_3COOH), спирты (R-OH) и углекислый газ (CO_2). Основным представителем этой группы, применяемым в силосных заквасках, является Lactobacillus buchneri. L. Buchneri предотвращает нагревание и порчу силоса при консервации, утилизируя излишки молочной кислоты с образованием уксусной и пропионовой кислот (CH_3-CH_2-COOH), что препятствует развитию аэробной микрофлоры, разогреву и потерям питательных веществ и энергии корма. Применение таких заквасок актуально при силосовании культур с высокой влажностью, а также в условиях, когда невозможно обеспечить идеальную герметизацию хранилища [1, 2, 9].

Добавление в силосуемую массу одновременно L. plantarum и L.buchneri обеспечивает быстрое подкисление массы на начальных этапах ферментации и поддерживает стабильность корма в процессе хранения и выемки, повышая сохранность силоса и улучшая его кормовые показатели [2].

Пропионовокислые бактерии (Propionibacterium shermanii, Propionibacterium freudenreichii) продуцируют пропионовую и уксусную кислоты при сбраживании сахаров. Они обладают фунгицидными свойствами (дображивают молочную кислоту, метаболизируя ее в уксусную и пропионовую кислоты) и выделяют витамины группы B [2, 4].

Ферментные препараты содержат комплекс гидролитических ферментов (целлюлазы, ксиланазы, β-глюканазы), расщепляющих полисахариды растительной массы до легкодоступных сахаров, что стимулирует развитие молочнокислой микрофлоры.

Комплексные биоконсерванты сочетают в себе бактериальные культуры и ферментные системы, обеспечивая синергический эффект при консервировании различных типов растительного сырья.

Эффективность применения бактериальных заквасок зависит от ряда факторов. Среди них вид силосуемой культуры, влажность, температурный режим и агрегатное состояние

закваски. Трудносилосуемые растения (бобовые, клевер, люцерна) с низким содержанием сахаров требуют применения заквасок с амилолитической активностью, способных сбраживать полисахариды. При влажности ниже 65% повышается осмотическое давление в силосуемой массе, что требует использования заквасок с повышенной осмофильностью. Оптимальным температурным режимом является 25–30°С. Жидкие закваски содержат жизнеспособные высокоактивные бактерии, но имеют малый срок хранения, а сухие лиофилизированные препараты более стабильны при хранении, однако процесс высушивания может повреждать клеточные структуры бактерий [2, 7, 12].

Качество силоса оценивают по содержанию органических кислот в травянистой массе. Основным показателем эффективности применения молочнокислых бактерий является накопление молочной кислоты, пропионовокислых – пропионовой кислоты. Высокое содержание молочной и пропионовой кислот гарантирует хорошую сохранность силоса. При применении качественных биоконсервантов pH готового силоса снижается до 4,0–4,2, доля молочной кислоты в общей сумме органических кислот составляет 70–75%, а содержание масляной кислоты не превышает 0,1–0,2% [2].

Российские биопрепараты, разработанные на основе научно обоснованных штаммов, показывают высокую эффективность при силосовании различных культур. К ним относится закваска «Биотроф» (на основе молочнокислых бактерий), препарат «УСЗ – БИОАГРО-1» (на основе гомоферментативных бактерий L.plantarum RS7 и L. paracasei10-Б) , закваска «Казбиосил» для трудносилосуемых культур (содержит высокоактивные штаммы молочнокислых и пропионовокислых бактерий) [4, 5, 10, 13].

Заключение. При выборе закваски необходимо учитывать видовой состав силосуемого сырья, его влажность и планируемый срок хранения корма. Для легкосилосуемых культур (кукуруза, подсолнечник) достаточно применения гомоферментативных заквасок. Для трудносилосуемых бобовых трав и их смесей со злаками предпочтительны комплексные препараты, содержащие как гомо-, так и гетероферментативные штаммы.

Наиболее перспективным направлением является использование комбинированных препаратов, содержащих гомоферментативные штаммы для быстрого подкисления и гетероферментативные штаммы для обеспечения аэробной стабильности готового корма. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на разработку штаммоспецифичных заквасок для различных типов растительного сырья и условий силосования.

Исследование выполнено в рамках НИР по теме: «Особенности выращивания люцерны и производство высокобелкового сенажа на ее основе для молочного скота в условиях Кировской области».

Литература

1. Быстрый старт - залог успешного силосования / Г. Лаптев, Н. Новикова, С. Биконя, Т. Грудинина // Животноводство России. – 2016. – № 4. – С. 65.

2. Влияние бактериальных культур на сохранность зеленых кормов / О. Ю. Мальцева, О. Л. Мещерякова, И. В. Новикова [и др.]. – DOI 10.20914/2310-1202-2017-3-174-179 // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. – Т. 79, № 3 (73). – С. 174-179.

3. Ермолина, С. А. Биологическая химия : лабораторный практикум для студентов по специальности "Ветеринария" / С. А. Ермолина, Л. В. Пилип. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – 164 с.

4. Казбиосил // Промышленная микробиология. – URL: https://pm-aks.kz/kazbiosil (дата обращения: 03.03.2026).

5. Качественный силос - с закваской "Биотроф" / Г. Ю. Лаптев, В. А. Солдатова, С. Н. Варакина, Н. В. Новикова // Животноводство России. – 2002. – № 4. – С. 40.

6. Лаптев, Г. Ю. Кислотность силоса / Г. Ю Лаптев // Животноводство России. – 2011. – № 5. – С. 61.

7. Оценка влияния различных технологий заготовки на качественные характеристики сенажа в условиях Вологодского региона / Е. В. Богатырева, Е. А. Третьяков, П. А. Фоменко, И. В. Гусаров. – DOI 10.52671/20790996_2025_3_102 // Проблемы развития АПК региона. – 2025. – № 3 (63). – С. 102-108.
8. Пилип, Л. В. Использование экспресс-теста для выявления антигенов D. immitis / Л. В. Пилип, О. В. Бякова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 1 (6). – С. 53-57.
9. Пилип, Л. В. Оценка безопасности восстановленной подстилки, полученной на фильтрационно - сушильной установке / Л. В. Пилип, Н. В. Сырчина, Е. П. Колеватых. – DOI 10.24852/2411-7374.2023.1.45.51 // Российский журнал прикладной экологии. – 2023. – № 1 (33). – С. 45-51.
10. Применение биоконсервантов при заготовке кукурузного силоса в Вологодской области / П. А. Фоменко, Е. В. Богатырева, Е. А. Федорова, А. Г. Тищенко // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 3 (27). – С. 78-83.
11. Продуктивность люцерны изменчивой в одновидовых и смешанных посевах и сравнительная оценка силоса из люцерны в чистом виде и в смеси с бобовыми и злаковыми травами в условиях Вологодской области / Е. В. Богатырева, Л. А. Корельская, П. А. Фоменко, Н. А. Щекутьева // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. – № 4 (36). – С. 8-20.
12. Солонщиков, П. Н. Определение годового выхода навоза при проектировании свиноводческих ферм и комплексов / П. Н. Солонщиков, Л. В. Пилип // Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы : коллективная монография. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – Часть 1. – С. 386-397.
13. УСЗ-БИОАГРО-1. – URL: https://rosselhoscenter.ru (дата обращения: 03.03.2026).

УДК 636.028

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ИНВАЗИИ НА УРАЛЕ И НЕОБХОДИМОСТЬ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ И КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Фомин Д. С.[1,2,3] – старший научный сотрудник, канд. с.-х. наук, доцент
Хасанова Г. Р.[4] – ведущий научный сотрудник, канд. с.-х. наук
Фомин Дм. С.[2,3] – научный сотрудник, канд. с.-х. наук
Камалетдинова А. А.[4] – научный сотрудник
Позолотин А. А.[1] – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
[1]ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия
[2]Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН, с. Лобаново, Пермский край, Россия
[3]Пермский филиал ФГБУ «ВНИИКР», д. Песьянка, Пермский край, Россия
[4]Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г. Уфа, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ проблемы распространения инвазивных (чужеродных) видов растений в ключевых регионах Урала и Предуралья: Пермском крае, Республике Коми, Удмуртской Республике, Свердловской области и Республике Башкортостан. Рассматриваются новые законодательные инициативы РФ (вступление в силу с 1 марта 2026 г.), обязывающие правообладателей земель проводить мероприятия по уничтожению опасных инвазивных видов. На основе многолетних научных исследований и данных фитосанитарного мониторинга представлен проект перечня инвазивных видов для Пермского края и Кировской области. Особое внимание уделено появлению новых угроз, включая очаги амброзии

трехраздельной (Ambrosia trifida L.) в Перми и процессам гомогенизации урбанофлор под влиянием чужеродных видов.

Ключевые слова: инвазивные виды, Пермский край, биологическое разнообразие, амброзия трехраздельная (Ambrosia trifida), сегетальная растительность

Проблема биологических инвазий является одной из наиболее острых для сохранения биоразнообразия и устойчивого развития регионов России [3, 6, 11]. Уральский регион, обладая уникальным положением на стыке Европы и Азии, а также развитой транспортной сетью, особенно уязвим для проникновения чужеродных видов [1, 2]. Исследования последних лет показывают активное внедрение инвазивных видов в естественные, полуестественные и агроценозы на всей территории от южно-таежных лесов до степей, что ведет к трансформации экосистем и унификации региональных флор [1, 3].

До недавнего времени правовое регулирование борьбы с инвазивными растениями носило фрагментарный характер, принятие Федерального закона от 31.07.2025 № 294-ФЗ знаменует собой новый этап в этом направление. С 1 марта 2026 года на правообладателей земельных участков возлагается обязанность по проведению мероприятий по охране окружающей среды от распространения опасных видов инвазивных (чужеродных) растений и их уничтожению. За неисполнение этих требований с 1 сентября 2026 года предусмотрена административная ответственность, а в отношении земель сельскохозяйственного назначения – риск принудительного изъятия. Ключевая роль в определении видового состава таких растений для конкретных территорий (за исключением лесов и ООПТ федерального значения) отведена субъектам Российской Федерации.

Цель данной работы – на основе анализа научной литературы и данных фитосанитарного мониторинга растительных сообществ сформировать научно обоснованный перечень опасных инвазивных видов для Пермского края и Кировской области.

Уральский регион характеризуется высокой степенью антропогенной трансформации растительного покрова. Исследования чужеродного компонента флор выявили как общие закономерности, так и региональную специфику.

Анализ показал, что основной поток внедрения инвазивных видов идет из центральной части Европейской России. Так, например, в Республике Коми в Эжвинском районе Сыктывкара за период наблюдений выявлено 89 видов заносных растений (47,4% от всех чужеродных видов республики). Большинство видов являются эфемерофитами (77,5%), однако ряд видов, таких как борщевик Сосновского (Heracleum sosnowskyi), мелколепестник канадский (Conyza canadensis) и рогоз широколистный (Typha latifolia), успешно натурализовались и требуют биологического надзора [6].

Одним из лидеров в области законодательного регулирования борьбы с инвазивными видами является Удмуртская Республика. Постановлением Правительства Удмуртской Республики от 27 января 2026 года утвержден перечень из 8 особо опасных инвазивных видов, включая череду облиственную (Bidens frondosa), эхиноцист лопастной (Echinocystis lobata), элодею канадскую (Elodea canadensis), мелколепестник канадский (Erigeron canadensis), циклахену дурнишниколистную (Euphrosyne xanthiifolia), борщевик Сосновского (Heracleum sosnowskyi), ячмень гривастый (Hordeum jubatum) и виды рода Рейнутрия (Reynoutria). В регионе также ведутся работы по созданию "Черной книги" флоры, куда включен и потенциально опасный вид амброзия трехраздельная (Ambrosia trifida) [9].

Крупнейший промышленный регион – Свердловская область с активными транспортными потоками, создает благоприятные условия для проникновения новых адвентивных видов. Во флоре Свердловской области насчитывается 348 адвентивных видов, 40% из которых относятся к редким. Регулярно выявляются новые виды, такие как котовник сибирский (Nepeta sibirica) (новый для флоры Урала) и вечерница густоволосистая (Hesperis pycnotricha) (новый для области). Отмечается активное расселение видов вдоль автодорог, в том числе в северном направлении лядвенца рогатого (Lotus corniculatus) [5]. Исследования урбанофлор показывают, что доля чужеродных видов в городах области может достигать до

45%, при этом неофиты повышают бета-разнообразие, а археофиты способствуют гомогенизации флоры [2].

На территории европейской России одним из центров массовой натурализации Ambrosia trifida является Республика Башкортостан, особенно подвержена южная часть республики [2]. Анализ сегетальных сообществ Южного Урала выявил 33 инвазивных вида, среди которых преобладают ксенофиты (случайно занесенные) в степной зоне, а культурные беглецы (эргазиофиты), такие как Heracleum sosnowskyi и Lupinus polyphyllus, тяготеют к лесной зоне [14].

Пермский край – это территория, расположенная в подзонах средней и южной тайги, также подвержена растительным инвазиям. Исследования инвазивного компонента сегетальных сообществ выявили здесь 33 вида чужеродных растений, что составляет 11,3% от всей ценофлоры [13]. Особую тревогу вызывает появление на территории Пермского края новых агрессивных видов так, например, сентябре 2024 года Управлением Россельхознадзора в г. Перми были установлены карантинные фитосанитарные зоны по амброзии трехраздельной (Ambrosia trifida L.) общей площадью более 120 га [12]. Ambrosia trifida L. - крупное однолетнее растение, способное иссушать и истощать почву, а также вызывать аллергические реакции. Выявление этого карантинного сорняка требует немедленных и скоординированных мер по локализации и ликвидации его очагов [2]. Исследования древесной флоры Перми показывают, что 19 видов древесных растений "сбегают из культуры" и представляют угрозу для естественных сообществ, активно внедряясь в леса и парки [7, 8].

Исследования флоры Южного Урала позволили впервые обнаружить молочай борозноплодный (Euphorbia glyptosperma Engelm.) – вид, ранее не отмеченный в регионе. По данным Голованова Я.М. и Абрамовой Л.М., на сегодняшний день этот вид зафиксирован в четырех локалитетах Оренбургской области. Основными местами его произрастания являются обочины дорог, что указывает на антропогенные пути интродукции. Авторы отмечают, что вид предпочитает легкие, песчаные почвы, и прогнозируют его дальнейшее расселение в степной зоне Оренбуржья и сопредельных районах Республики Башкортостан, что требует мониторинга и на территории Предуралья [4].

Важным источником для оценки инвазионного статуса видов являются популяционные исследования, проведенные на северо-западе сопредельной Республики Башкортостан. В работе Рогожниковой Д.Р. и Абрамовой Л.М. [10] представлен детальный анализ семи инвазивных видов, включая борщевик Сосновского (Heracleum sosnowskyi), недотрогу железистую (Impatiens glandulifera) и виды золотарника (Solidago canadensis и S. gigantea). Исследование показало, что для пяти из них прогнозируется высокая вероятность дальнейшего расселения. Особенно важны полученные авторами данные по плотности ценопопуляций (от 8,7 до 87,9 растений/побегов на 1 м²) и надземной биомассе (от 88,3 до 5207,7 г/м²), которые наглядно демонстрируют высокий инвазионный потенциал этих видов. Результаты этой работы подтверждают необходимость включения перечисленных видов в региональные "черные списки" и разработки мер борьбы с ними, в том числе и на территории Пермского края.

Формирование списка инвазий осуществлено на анализе федерального законодательства, списка видов, утвержденных на федеральном уровне для лесов и ООПТ по Приволжскому федеральному округу (Приказ Минприроды РФ от 13.02.2026 № 77), данных научных исследований по многолетнему научному исследованию флоры Урала [2, 5, 6, 14], а также материалов учета фитосанитарной обстановки данных мониторинга Россельхознадзора и ФГБУ «ВНИИКР», включая информацию о выявлении карантинных объектов [12], таким образом сформирован перечень опасных инвазивных видов для Пермского края и Кировской области и представлен в таблице.

Заключение

Сравнительный анализ показывает, что проблема биологических инвазий является общей для всех регионов Урала, от северной тайги (Республика Коми) до степных зон (Республика Башкортостан). Несмотря на природные различия, ключевые виды-трансформеры (борщевик Сосновского, клен ясенелистный, виды золотарника и недотроги) успешно

расселяются повсеместно на территории Пермского края и Кировской области. Выявление Ambrosia trifida подчеркивает необходимость постоянного мониторинга и готовности к расширению списка опасных видов. Представленный перечень для Пермского края и Кировской области, основанный на научных данных и учитывающий опыт соседних регионов, может стать основой для разработки региональных нормативных актов.

Успешная реализация нового законодательства требует тесного взаимодействия науки, власти и землепользователей, а также внедрения системного подхода, включающего инвентаризацию очагов, картирование с использованием современных технологий (БВС, ГИС) и контроль эффективности проводимых мероприятий.

Таблица 1 – Перечень опасных видов инвазивных (чужеродных) растений на территории Пермского края и Кировской области

№ п/п	Название научное	Название русское	Отнесено к сорным растениям		Вред, отрасли экономики	Угроза окружающей среде	Угроза жизни или здоровью граждан	Угроза сохранению естественных экологических систем	Угроза сохранению биологического разнообразия	Инвазионный статус
			в соответствии с Отраслевым классификатором	в соответствии с перечнем, предусмотренным постановлением Правительства РФ №1482						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1.	*Acer negundo L.*	Клен ясенелистный (американский)	нет	нет	городское хозяйство (ломкость древесины, засорение), озеленение (агрессивное внедрение)	да (угроза падения)	нет	да	да	Статус 1 (вид-трансформер)
2.	*Ambrosia trifida L.*	Амброзия трехраздельная	да (карантинный вид)	да (карантинный вид)	сельское хозяйство (истощение и иссушение почвы, угнетение культур), здоровье (аллерген)	да	да	да	да	Статус 1 (вид-трансформер)
3.	*Bidens frondosa L.*	Череда облиственная	нет	нет	озеленение (зарастание)	да	нет	да	да	Статус 2 (активно расселяющийся)
4.	*Echinocystis lobata (Michx.) Torr. & A.Gray*	Эхиноцистис шиповатый	нет	нет	озеленение (зарастание пойм)	нет	нет	да	да	Статус 1 (вид-трансформер)
5.	*Elodea canadensis Michx.*	Элодея канадская	нет	нет	водное хозяйство (зарастание), рыболовство (затруднение)	да	нет	да	да	Статус 3 (инвазионный вид в естественных местообитаниях)
6.	*Erigeron canadensis L.*	Мелколепестник канадский	да	да	сельское хозяйство, озеленение (зарастание)	да	нет	да	да	Статус 3 (инвазионный вид в нарушенных местообитаниях)
7.	*Euphrosyne xanthiifolia (Nutt.) A. Gray*	Циклахена дурнишниколистная	да	да	здоровье (аллерген), озеленение (зарастание), сельское хозяйство	да	да	да	да	Статус 1 (вид-трансформер)

8.	*Galega orientalis Lam.*	Козлятник восточный	нет	нет	сельское хозяйство (засорение лугов, вытеснение кормовых трав)	нет	нет	да	да	Потенциально инвазионный
9.	*Helianthus tuberosus L.*	Подсолнечник клубненосный (Топинамбур)	нет	нет	озеленение (зарастание пустырей и пойм)	нет	нет	да	да	Статус 2 (активно расселяющийся)
10.	*Heracleum sosnowskyi Manden.*	Борщевик Сосновского	да	да	озеленение (зарастание), сельское хозяйство (вывод земель из оборота), здоровье (ожоги)	да	да	да	да	Статус 1 (вид-трансформер)
11.	*Hordeum jubatum L.*	Ячмень гривастый	нет	нет	сельское хозяйство (луговодство, снижение качества пастбищ)	нет	нет	да	да	Статус 2 (активно расселяющийся)
12.	*Impatiens glandulifera Royle*	Недотрога железконосная	нет	нет	озеленение (зарастание берегов водоемов)	нет	нет	да	да	Статус 2 (активно расселяющийся)
13.	*Impatiens parviflora DC.*	Недотрога мелкоцветковая	нет	нет	лесное хозяйство (внедрение в нарушенные леса и парки)	нет	нет	да	да	Статус 3 (инвазионный вид в нарушенных местообитаниях)
14.	*Lupinus polyphyllus Lindl.*	Люпин многолистный	нет	нет	озеленение (зарастание лугов, изменение химизма почв)	нет	нет	да	да	Статус 2 (активно расселяющийся)
15.	*Reynoutria Houtt. (виды рода)*	Виды рода Рейнутрия (Горец сахалинский и др.)	нет	нет	озеленение (агрессивное разрастание), городская среда (разрушение асфальта и фундаментов)	да	нет	да	да	Статус 2 (активно расселяющийся)
16.	*Solidago canadensis L.*	Золотарник канадский	нет	нет	сельское хозяйство (снижение кормовой ценности лугов), озеленение	да	нет	да	да	Статус 2 (активно расселяющийся)
17.	*Solidago gigantea Aiton*	Золотарник гигантский	нет	нет	сельское хозяйство (снижение кормовой ценности лугов), озеленение	да	нет	да	да	Статус 3 (инвазионный вид в нарушенных местообитаниях)

Литература

1. Khasanova, G. R. Invasive species of segetal communities of the Southern and Middle Urals / G. R. Khasanova, S. M. Yamalov, A. A. Kamaletdinova // Russian Journal of Biological Invasions. – 2024. – Vol. 15. – P. 252-262.

2. Распространение и натурализация Ambrosia trifida (Asteraceae) на европейской территории России / А. Н. Афонин, О. Г. Баранова, С. А. Сенатор [и др.] // Ботанический журнал. – 2022. – Т. 107, № 2. – С. 1-13.

3. Особенности биоморфологической и географической структур сегетальных флор ряда регионов России / О. Г. Баранова, А. С. Третьякова, Н. Н. Лунева [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2024. – Т. 185, № 4. – С. 209-220.

4. Голованов, Я. М. Euphorbia glyptosperma Engelm. - новый чужеродный вид во флоре Южного Урала / Я. М. Голованов, Л. М. Абрамова. – DOI 10.22281/2686-9713-2026-1-82-86 // Разнообразие растительного мира. – 2026. – № 1 (28). – С. 82-86.

5. Золотарева, Н. В. Новые и редкие адвентивные виды сосудистых растений в Свердловской области / Н. В. Золотарева, Е. Н. Подгаевская, Д. И. Дубровин // Turczaninowia. – 2022. – Т. 25, № 3. – С. 79-82.

6. Кузнецова, Я. В. Анализ чужеродного компонента флоры Эжвинского района Сыктывкара (Республика Коми) / Я. В. Кузнецова, Ю. А. Бобров, Е. Н. Елисеева. – DOI: 10.32516/2303-9922.2018.26.3 // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. – 2018. – № 2 (26). – С. 60-71.

7. Молганова, Н. А. Изучили все сады, бульвары и скверы: в Перми ученые обнаружили 88 новых видов деревьев и кустарников // 59.ru. – URL: https://59.ru/text/gorod/2018/05/08/54402261/ (дата обращения: 01.03.2026).

8. Овеснов, С. А. Конспект флоры ООПТ «Андроновский лес» / С. А. Овеснов, Н. А. Молганова, Ю. С. Каракулова // Вестник Пермского университета. Серия Биология. – 2019. – № 4. – С. 358-363.

9. Об утверждении Перечня опасных видов инвазивных (чужеродных) растений на территории Удмуртской Республики, за исключением лесов и особо охраняемых природных территорий федерального значения : Постановление Правительства Удмуртской Республики от 27 января 2026 года № 40.

10. Рогожникова, Д. Р. Чужеродные виды 1-3 инвазионного статуса на Северо-Западе Республики Башкортостан / Д. Р. Рогожникова, Л. М. Абрамова // Биологические науки и биоразнообразие : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 20–21 декабря 2023 года. – Киров : ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2023. – С. 118-124.

11. Роль чужеродных растений в гомогенизации урбанофлор Урала и Поволжья / А. С. Третьякова, В. Н. Якимов, О. Г. Баранова [и др.] // Промышленная ботаника. – 2024. – Вып. 24, № 2. – С. 184-189.

12. Управление Россельхознадзора в Пермском крае установило карантинную фитосанитарную зону по Амброзии трехраздельной // Управление Россельхознадзора по Кировской области, Удмуртской Республике и Пермскому краю. – URL: https://43.fsvps.gov.ru/news/upravlenie-rosselhoznadzora-v-permskom-krae-ustanovilo-karantinnuju-fitosanitarnuju-zonu-po-ambrozii-trehrazdelnoj (дата обращения: 01.03.2026).

13. К изучению ценофлоры сорно-полевых сообществ Пермского края и прилегающих территорий Республики Башкортостан / Г. Р. Хасанова, А. А. Камалетдинова, В. В. Корчев [и др.]. – DOI 10.30901/2227-8834-2025-4-217-225 // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2025. – Т. 186, № 4. – С. 217-225.

14. Хасанова, Г. Р. Инвазионные виды сегетальных сообществ Южного и Среднего Урала / Г. Р. Хасанова, С. М. Ямалов, А. А. Камалетдинова // Российский журнал биологических инвазий. – 2024. – № 1. – С. 133-145.

УДК 636.034

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ИНВАЗИРОВАННЫХ СИФАЦИЯМИ МЫШЕЙ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ НАЗЕМНЫХ И ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ

Часовских О. В. – канд. ветеринар. наук, доцент
Ивашкина Н. С. – аспирант 2 года обучения института биологии и ветеринарной медицины
Научный руководитель – Жданова О. Б., д-р биол. наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Лишайники – одни из представителей симбиотических организмов, которые обладают повышенной устойчивостью к воздействию внешних факторов среды с одновременным биосинтезом биологически-активных соединений (усниновая кислота, аскорбиновая кислота, никотиновая кислота). Разработка лечебных и профилактических средств против заразных болезней животных, в том числе и паразитарного ряда, позволит сузить спектр применения синтетических препаратов на фоне повышения резистентности возбудителей различных заболеваний к распространенным действующим веществам.

Ключевые слова: лишайники, сифациоз, лабораторные животные

Лихенофауна Кировской области представлена более чем 200 видами лишайников. Некоторые из видов данных симбиотических организмов внесена в Красную книгу Российской Федерации. Чаще всего – на территории Кировской области – из группы наземных лишайников встречаются представители семейства Cladoniaeceae род Cladonia, из эпифитных лишайников – семейство Parmeliaceae роды Usnea и Parmelia. В литературных источниках содержится большое количество информации об изучении свойств рода Cladonia как источника различных биологически активных веществ, тогда как об эпифитных лишайниках имеются скудные и неполные сведения [3].

Для изучения и сравнения свойств наземных и эпифитных лишайников в качестве основы для кормовых добавок были использованы санитарные правила СанПиН 3.3686-21 «Безопасность работы с микроорганизмами III-IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней». Исследование проводили на базе вивария ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ.

Моделью служили лабораторные беспородные белые мыши, инвазированные сифациями. Материалом служили образцы кормовых добавок на основе наземных и эпифитных лишайников (1 кормовая добавка – механически обработанные эпифитные лишайники, микромел, экстракт ламинарии; 2 кормовая добавка – механически обработанная кладония оленья, микромел, экстракт ламинарии). В ходе эксперимента было сформировано 4 группы животных (n=20) – условно здоровые белые мыши, свободные от инвазии (n=5), контрольная группа, зараженная сифациями, но не подвергнутая в ходе исследований лечению (n=5), опытная группа, зараженная сифациями и получающая кормовую добавку на основе вида Cladonia rangiferina (n=5), опытная группа, зараженная сифациями и получающая кормовую добавку на основе рода Usnea (n=5). Лабораторным животным скармливали кормовые добавки с основным рационом и содержали в стандартных условиях. Общая длительность эксперимента составила 30 дней. В течение этого времени проводили исследования на зараженность сифациями – до начала эксперимента, на 7, 14, 21 и 28 день – методом перианальных соскобов. По окончании была проведена эвтаназия для проведения патанатомического вскрытия с отбором для гистологического исследования печени и почек. Исследования поведенческих реакций проводились на до начала эксперимента, на 7, 14 и 28 день. Использовались метод «открытого поля» и тест «принудительного плавания» для оценки адаптагенных (актопротекторных) свойств обеих кормовых добавок.

В процессе исследования зараженности сифациями были получены следующие данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты применения кормовых добавок на основе лишайников при спонтанном сифациозе у лабораторных белых мышей (n=15)

	Контрольная группа (n=5)	Опытная группа, получающая 1 кормовую добавку (n=5)	Опытная группа, получающая 2 кормовую добавку (n=5)
До начала опыта ИИ (яиц в п.з.) ЭИ	 13,2±0,24 100%	 12,8±1,5 100%	 13,1±0,25 100%
На 7 день ИИ (яиц в п.з.) ЭИ	 13,1±0,10 100%	 8,5±1,23 100%	 6,4±0,45 100%
на 14 день ИИ (яиц в п.з.) ЭИ	 13,5±0,30 100%	 5,2±1,47 100%	 4,8±0,21 100%
на 28 день ИИ (яиц в п.з.) ЭИ	 13,3±0,20 100%	 1,5±0,05 20%	 2,6±0,25 20%

Проведенные паразитологические исследования указывают на выраженные противогельминтные свойства обеих добавок. При гистологическом исследовании срезов печени и почек опытных групп мышей не выявлены признаки гепатотоксичности и нефротоксичности. Таким образом можно утверждать о том, что разрабатываемые кормовые добавки обладают антинематодными свойствами, а также отсутствие у них токсичных свойств.

Результаты исследования устанавливают динамику стабильного роста времени активной фазы нахождения лабораторных животных в воде, что указывает на повышение резистентности организма к утомлению во время физической нагрузки. Данные позволяют утверждать, что кормовые добавки на основе лишайников приводят к росту актопротекторных свойств организма белых мышей, находящихся в опытных группах.

Результаты исследования методом «принудительное плавание» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Время плавания лабораторных мышей в тесте «принудительное плавание»

Продолжительность плавания	Клинически здоровые животные (n=5)	Контрольная группа (n=5)	Опытная группа, получающая 1 кормовую добавку (n=5)	Опытная группа, получающая 2 кормовую добавку (n=5)
До начала эксперимента				
Тест принудительного плавания в динамике (1 погружение), сек	181±16	119±11	120±14	120±15
Тест принудительного плавания в динамике (3 погружение), сек	3591±16	1752±14	1802±12	1786±14
Тест принудительного плавания с нагрузкой (10% от массы тела), сек	1960±14	452±10	463±13	459±14
7 дней				
Тест принудительного плавания в динамике (1 погружение), сек	182±15	120±10	137±15	141±12
Тест принудительного плавания в динамике (3 погружение), сек	3641±14	1804±14	2641±10	2458±10
Тест принудительного плавания с нагрузкой (10% от массы тела), сек	1225±17	511±11	809±15	923±14
14 дней				
Тест принудительного плавания в динамике (1 погружение), сек	185±13	129±11	163±13	152±18
Тест принудительного плавания в динамике (3 погружение), сек	3693±11	1807±11	2954±14	2851±14
Тест принудительного плавания с нагрузкой (10% от массы тела), сек	1247±11	501±17	1058±11	1098±17

28 дней				
Тест принудительного плавания в динамике (1 погружение), сек	182±15	120±10	172±11	181±17
Тест принудительного плавания в динамике (3 погружение), сек	3641±14	1804±14	3207±19	3189±15
Тест принудительного плавания с нагрузкой (10% от массы тела), сек	1225±17	511±11	1117±16	1126±11

Результаты тестов «открытое поле» животные опытных групп были активнее, меньше замирали, больше времени уделяли грумингу и исследованию окружающего пространства. Животные опытных групп чаще принимали вертикальную стойку и передвигались с поднятым хвостом. Вне тестов лабораторные мыши опытных групп также вели себя активнее.

Данные, полученные в процессе проведения тестов, позволяют продолжить исследование противопаразитарных свойств кормовой добавки для уточнения спектра воздействия на гельминтов разных групп. В последующем – усовершенствовать схемы лечения и профилактики и уточнить действие на организм лабораторных животных.

Литература

1. Ковалева, М. А. Применение теста «принудительное плавание» при проведении доклинических исследований / М. А. Ковалева, М. Н. Макарова // Международный вестник ветеринарии. – 2015. – № 4. – С. 90-95.

2. Перспективы применения препаратов из лишайников в качестве адаптогенов и иммуностимуляторов / О.Б. Жданова, О.В. Часовских, Е.Б. Дунаева [и др.] // Экология родного края: проблемы и пути их решения : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров, 2023. – С. 302-305.

3. Шербакова, А. И. Биологически активные вещества лишайников / А. И. Шербакова, А. В. Коптина, А. В. Канарский // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2013. – № 3. – С. 7-16.

4. Яцына, А. П. Практикум по лишайникам : пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по спец. 1-13 01 01 Биология (по направлениям) / А. П. Яцына, Л. М. Мержвинский. – Витебск : Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, 2012. – 212 с.

УДК 617.713

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СОСУДИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ЛОШАДИ

Якимова А. В.[1] – ветеринарный врач
Соломахина Л. А.[2,3] – канд. ветеринар. наук, доцент
[1]Центр изучения, спасения и реабилитации морских млекопитающих «Безмятежное море» г. Москва, Россия
[2]ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Россия
[3]Воронежский ветеринарный госпиталь № 1, г. Воронеж, Россия

Аннотация. Сосудистая оболочка или увеальный тракт (Tunica vasculosa bulbi) лошади состоит из трех компонентов: радужной оболочки, цилиарного (ресничного) тела и собственно сосудистой оболочки или хориоидеи. Как и у большинства травоядных, у взрослой лошади зрачок овальный и расположен горизонтально. Радужная оболочка служит функцией диафрагмы и регулирует количество поступаемого света. Передняя поверхность радужной оболочки лишена смежного эпителиального слоя и состоит из соединительной ткани, чередующейся с фибробластами и меланоцитами. Под этим поверхностным слоем находится строма радужной оболочки, состоящая из хроматофоров, фибробластов и коллагеновых волокон, на которых находится сплетение кровеносных сосудов. Цвет радужной оболочки

зависит от количества пигмента в хромотофорах. Внутри центральной стромы вдоль окружности зрачкового поля расположена парасимпатически иннервированная мышца сфинктера радужки, который отвечает за сужение зрачка. Мышца сфинктера радужки состоит из гладких мышечных волокон. Сразу же за стромой радужной оболочки находится мышца-дилататор зрачка, она является непосредственным продолжением клеток пигментного эпителия задний поверхности радужной оболочки, ориентирована радиально, иннервирована симпатической нервной системой и отвечает за расширение зрачка. Задний аспект радужки выстлан двойным слоем плотных меланотических эпителиальных клеток. Дорсальный аспект зрачкового края покрыт кистозным удлинением заднего эпителия, гроздевидными тельцами или Corpora nigra (Granula iridica). Цилиарное тело находится позади основания радужки и имеет примерно треугольное поперечное сечение, являясь по своей сути продолжением радужной оболочки. Оно представляет собой замкнутое кольцо, отделенное от склеры супрацилиарным пространством. При взгляде из полости стекловидного тела цилиарное тело разделено на переднюю часть pars plicata (складчатая часть ресничного тела или отросчатая) и заднюю часть pars plana (плоская часть ресничного тела). Собственно сосудистая оболочка или хориоидея является задним компонентом увеального тракта, составляет 2/3 последнего, находится между склерой и сетчаткой. Хориоидея включает в себя пять основных слоев: супрахориоидальный слой (наружный), в котором находится супрахориоидальное пространство, содержащее цилиарные нервы и артерии; слой, состоящий из крупных сосудов, формирующих, например вихревые вены; тапетум или слой отражательной пластинки; слой, содержащий капиллярные сосуды, благодаря которому происходит питание сетчатки; основная пластинка, которая отделяет капилляры от пигментного эпителия.

Ключевые слова: лошади, глазное яблоко, сосудистая оболочка, радужка, цилиарное тело, хориоидея

Введение. Сосудистая оболочка или увеальный тракт (Tunica vasculosa bulbi) лошади состоит из трех компонентов: радужной оболочки, цилиарного (ресничного) тела и собственно сосудистой оболочки или хориоидеи. Анатомически во многих клинически значимых аспектах он схож с сосудистой оболочкой других видов. Как и у большинства травоядных, у взрослой лошади зрачок овальный и расположен горизонтально.

Радужная оболочка.

Радужная оболочка служит функцией диафрагмы и регулирует количество поступаемого света. Передняя поверхность радужной оболочки лишена смежного эпителиального слоя и состоит из соединительной ткани, чередующейся с фибробластами и меланоцитами. Под этим поверхностным слоем находится строма радужной оболочки, состоящая из хроматофоров, фибробластов и коллагеновых волокон, на которых находится сплетение кровеносных сосудов. Цвет радужной оболочки зависит от количества пигмента в хромотофорах. В голубых глаза в хромотофорах практически отсутствует пигмент, таким образом сквозь радужную оболочку можно видеть темный пигментный листок. Внутри центральной стромы вдоль окружности зрачкового поля расположена парасимпатически иннервированная мышца сфинктера радужки, который отвечает за сужение зрачка. Мышца сфинктера радужки состоит из гладких мышечных волокон. Сразу же за стромой радужной оболочки находится мышца-дилататор зрачка, она является непосредственным продолжением клеток пигментного эпителия задней поверхности радужной оболочки, ориентирована радиально, иннервирована симпатической нервной системой и отвечает за расширение зрачка. Задний аспект радужки выстлан двойным слоем плотных меланотических эпителиальных клеток. Дорсальный аспект зрачкового края покрыт кистозным удлинением заднего эпителия, гроздевидными тельцами или Corpora nigra (Granula iridica).

Системы кровообращения сосудистой оболочки.

В сосудистой оболочке лошади есть две системы кровообращения: одна для собственно сосудистой оболочки или хориоидеи, представленная системой коротких задних циллиарных артерий, вторая – для радужной оболочки и ресничного тела, представленная системой задних

длинных и передних цилиарных артерий. Соединение артерий происходит через короткие возвратные веточки.

Радужная оболочка обильно кровоснабжается. В месте границы радужной оболочки и цилиарного тела находится большой артериальный круг, являющийся результатом слияния задних длинных и передних цилиарных артерий. До зрачкового края доходят ветви малого артериального круга, образованного ветвями большого артериального круга, входящего в радужную оболочку. Поверхность радужной оболочки имеет рисунок благодаря сосудам, которые расположены поверхностно и окутаны соединительной тканью, образуя таким образом перекладины – трабекулы, а между ними крипты или углубления.

Цилиарное тело.

Цилиарное тело находится позади основания радужки и имеет примерно треугольное поперечное сечение, являясь по своей сути продолжением радужной оболочки. Оно представляет собой замкнутое кольцо, отделенное от склеры супрацилиарным пространством. При взгляде из полости стекловидного тела цилиарное тело разделено на переднюю часть pars plicata (складчатая часть ресничного тела или отросчатая) и заднюю часть pars plana (плоская часть ресничного тела). Как следует из названия, для pars plicata характерен складчатый внешний вид, хотя количество, степень выпуклости и форма цилиарных отростков у разных животных различны. В целом, у видов, обладающих большими передними камерами, например, лошадей, отростков больше, чем у животных с маленькими передними камерами. Цилиарные отростки хищных животных обычно длинные и тонкие, тогда как у травоядных животных, включая лошадь, они напоминают притупленные гребни. От цилиарных отростков отходят зонулярные волокна, которые крепятся к хрусталику у экватора. Плоская часть ресничного тела (pars plana) - относительно гладкая и плоская часть, которая простирается от pars plicata до самого удаленного расширения сетчатки (цилиарная зона сетчатки или ora ciliaris retina). Ширина плоской части ресничного тела варьируется и наиболее велика в дорсолатеральной части. Вся внутренняя поверхность цилиарного тела (поверхность, контактирующая со стекловидным телом) выстлана двойным рядом эпителиальных клеток. Самый внутренний слой эпителиальных клеток (с перспективы стекловидной полости) лишен пигментации и называется непигментированным эпителием цилиарного тела. Непигментированный эпителий сливается в цилиарной зоной сетчатки и у заднего основания радужки с самым внутренним слоем эпителия задней радужки. Второй слой эпителиальных клеток богат меланоцитами и называется пигментированным эпителием цилиарного тела. Пигментированный эпителий лежит непосредственно под непигментированным эпителием и прилегает к эпителию сетчатки в цилиарной зоне и у заднего основания радужки с самым внешним слоем эпителия задней радужки. Считается, что плотные соединения между клетками непигментированного эпителия представляют собой эпителиальную часть гематоофтальмического барьера. В глубине двухслойного эпителия цилиарного тела каждый цилиарный отросток имеет центральную часть соединительной ткани и окончательное сплетение сосудов, что позволяет плазме протекать в строму цилиарного тела.

Эпителиальная часть гематоофтальмического барьера фильтрует эту плазму, удаляя практически все белки и клетки. Таким образом, водянистая влага представляет собой ультрафильтрат плазмы. В дополнение к функции фильтрации непегментированный эпителий содержит карбоангидразу, которая катализирует активную транспорт-опосредованную часть выработки водянистой влаги.

Под цилиарными отростками, лежащими на внутренней поверхности склеры и образующими основание треугольника цилиарного тела, расположена мускулатура цилиарного тела. Практически все млекопитающие имеют круговую, парасимпатически иннервированную, гладкую мускулатуру цилиарного тела. Когда эти мышцы сжимаются, зональные волокна расслабляются, что, в свою очередь, позволяет хрусталику пассивно утолщаться. Этот механизм у млекопитающих отвечает за аккомодацию. Однако в отличии от приматов у большинства млекопитающих плохо развита мускулатура ресничного тела и,

следовательно, плохая способность к аккомодации. К основным функциям цилиарного тела относятся: выработка внутриглазной жидкости из крови и аккомодация.

На стыке основания лицевой части радужки и лимба перед мускулатурой цилиарного тела видна цилиарная щель (угол передней камеры). Эту щель стягивают волокна соединительной ткани, называемые гребенчатой связкой, которые простираются от основания радужной оболочки до вхождения во внутреннюю часть лимба. Цилиарная щель находится в задней части гребенчатой связки и заполнена губчатой сетью пучков соединительной ткани, трабекулярной сетью. У лошади эти пучки полностью покрыты эндотелиальными клетками, которые называются трабекулярными клетками. Цилиарная щель - это непосредственно место оттока водянистой влаги. Любой процесс, препятствующий нормальному оттоку, может привести к увеличению внутриглазного давления.

Хориоидея. Собственно сосудистая оболочка или хориоидея является задним компонентом увеального тракта, составляет 2/3 последнего, находится между склерой и сетчаткой и имеет две основных составляющих. Соединение со склерой достаточно рыхлое, тогда как с сетчаткой довольно плотное. В зоне выхода зрительного нерва расположена решетчатая пластина. Собственный цвет сосудистой оболочки достаточно темный, что обуславливается большим содержанием меланоцитов. Покрытие внутренней поверхности склеры представляет собой толстое сплетение сосудов, сильно пигментированную соединительную ткань, которая образуется в области оптического диска. Большинство из этих сосудов составляют вены, которые объединяются, образуя вортикозные или вихревые вены вблизи экватора. Обычно хориоидальные сосуды в эпителии сетчатки не видны, поскольку вентрально их затеняет меланин, а дорсально тапетум, но при слабой пигментации они просматриваются. Ветки задних коротких сосудов формируют и питают свой отдельный сектор, имея очень ограниченное количество анастомозов между собой.

Хориоидея включает в себя пять основных слоев: супрахориоидальный слой (наружный), в котором находится супрахориоидальное пространство, содержащее цилиарные нервы и артерии; слой, состоящий из крупных сосудов, формирующих, например, вихревые вены; тапетум или слой отражательной пластинки; слой, содержащий капиллярные сосуды, благодаря которому происходит питание сетчатки; основная пластинка, которая отделяет капилляры от пигментного эпителия.

Хориокапилляры имеют значительно больший просвет (в три раза), нежели чем обычные капилляры (фенестрированне капилляры).

Тапетум занимает примерно всю дорсальную половину дна и расположен непосредственно внутри сосудистой системы. Тапетум бывает разного цвета, но обычно его окраска варьируется от сине-зеленого до желтого и часто связана с радужкой и цветом шерсти. В зависимости от окраски в тапетуме выделяют две зоны: светлую (tapetum lucidum) и темную (tapetum nigrum). Тапетум состоит из сильноотражающих кристаллов гуаниннуклеотидов пуринового ряда. Отражательная пластина обеспечивает повторное отражение квантов света, усиливая световой поток, получаемый глазом. Таким образом его функция состоит в улучшении видимости при отсутствии интенсивного освещения. В отличие от ячеистого тапетума (целлюлозный тапетум) плотоядных животных у травоядных животных он состоит из высокоорганизованных коллагеновых волокон (фиброзный тапетум). В тапетальной области капилляры хориоидальных артерий проходят через волокна тапетума, обеспечивая питание сетчатки. При офтальмологическом осмотре глаза эти сосуды имеют вид разбросанных по всей тапетальной области мелких точек, которые называются звездами Уинслоу. Поскольку у лошадей паурангиотический сетчатый сосудистый рисунок, сосудистая оболочка отвечает за питание всей сетчатки, за исключением перипапиллярной области.

Выводы

Знание нормальной анатомии и физиологии сосудистой оболочки лошади крайне важно для работы ветеринарного врача – офтальмолога, понимания протекания нормальных и патологических процессов.

Литература
1. Samuelson DA. Ophthalmic anatomy. In: Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ (eds). Veterinary Ophthalmology, 5th edn. Ames: Wiley Blackwell; 2013:39–170.
2. Miller TL, Willis AM, Wilkie DA, Hoshaw-Woodard S, Stanley JR. Description of ciliary body anatomy and identification of sites for transscleral cyclophotocoagulation in the equine eye. Vet Ophthalmol 2001; 4:183–190
3. Gum GG, MacKay EO. Physiology of the eye. In: Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ, (eds). Veterinary Ophthalmology, 5th edn. Ames: Wiley Blackwell; 2013:171–207
4. Rubin LF. The horse fundus. In: Atlas of Veterinary Ophthalmoscopy.
5. Philadelphia: Lea & Febiger; 1974:289–325.
6. Matthews AG, Crispin SM, Parker J. The equine fundus. II. Normal anatomical variants and colobomata. Equine Vet J Suppl 1990;22: 50–54.
7. Gelatt KN. Ophthalmoscopic studies in the normal and diseased ocular fundi of horses. J Am Anim Hosp Assoc 1971;7: 158–163

УДК 638.124

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Якупов М. М. – магистрант 1 курса института ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии
Меженкова К. С. – магистрант 1 курса института ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии
Научный руководитель – Еременко О. Н., канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

Аннотация. В данной статье рассматриваются биологические и технологические факторы, определяющие развитие и продуктивность пчелиных семей. Проанализировано влияние силы семьи, возраста сотов, физиологического состояния матки, кормовых резервов, технологии содержания и породных особенностей на медопродуктивность и качество расплода. Показано, что использование молодых маток, светлых сотов, достаточных запасов перги и меда, а также минимизация частых осмотров способствуют значительному повышению продуктивности.

Ключевые слова: пчелиная семья, продуктивность, матка, технология содержания

Развитие и продуктивность пчелиных семей зависят от целого ряда факторов, которые можно условно разделить на внешние и внутренние. К внешним факторам относятся природно-климатические условия конкретной местности, а также особенности медосбора, определяющие доступность нектара и пыльцы в течение сезона. Внутренние факторы создаются непосредственно в гнезде и зависят как от биологических особенностей самой семьи (например, ее силы, породы, плодовитости матки, уровня кормообеспеченности), так и от выбранной технологии содержания. Только при комплексном учете всех перечисленных аспектов и строгом соблюдении технологических рекомендаций можно обеспечить круглогодичное содержание сильных, здоровых и высокопродуктивных пчелиных семей.

Сила семьи оказывает непосредственное влияние на качество выращиваемого расплода. В сильных семьях пчелы-кормилицы обеспечивают каждую личинку необходимым количеством пищи на протяжении всего периода роста, благодаря чему вырастают крупные особи с хорошо сформированными органами. Противоположная ситуация прослеживается в слабых семьях, где наблюдается дефицит питания для личинок, что, ведет к снижению веса и размеров тела будущих рабочих пчел, а также их работоспособности. Причиной этого является

малое количество пчел-кормилец на одну личинку в слабых семьях, по сравнению с сильными семьями [3].

Не менее важным фактором является возраст сотов, в которых происходит развитие расплода. В процессе эксплуатации соты претерпевают необратимые изменения. Светлые соты со временем темнеют, приобретая сначала коричневый, а затем и черный цвет. Это происходит из-за того, что после каждого выхода молодой пчелы на дне и стенках ячейки остаются коконы и экскременты личинки. Накопление этих остатков приводит к уменьшению внутреннего объема и диаметра ячейки. Уменьшение размера ячеек самым непосредственным образом сказывается на физическом развитии новых поколений пчел, а значит, и на их работоспособности. Масса пчел, выведенных в старых темных сотах имеют значительно меньшую массу тела, чем пчелы из молодых светлых сотов. Так, масса 10 тысяч пчел, выращенных в светлых сотах, достигает 1 кг. В сотах с коричневым оттенком, этот показатель падает до 0,84 кг, а в темных сотах – до 0,67 кг. Таким образом, по сравнению со светлыми сотами, в коричневых масса одной пчелы снижается на 17%, а в темных – на 33%. Также из-за меньших размеров и, как следствие, меньшего объема жирового тела и кишечника, пчелы, выращенные в старых сотах, хуже переносят зимовку и более подвержены заболеваниям.

Медопродуктивность семьи напрямую зависит от возраста и физиологического состояние матки. С молодыми матками (до года) семья собирает на 42,4% больше меда, чем с маткой достигшей трехлетнего возраста. Двухлетние матки так же превосходят по продуктивности семьи с трехлетними матками на 20,8%. Пик яйценоскости матки приходится на первые два года ее жизни. Хотя сперма в семяприемнике матки может сохранять жизнеспособность до семи лет, количество сперматозоидов стремительно снижается с каждым годом: у однолетней матки около 7,63 млн, у трехлетней – 2,03 млн. Именно поэтому рекомендуется ежегодно производить замену маток – это экономически и биологически выгодно. Молодые матки раньше начинают яйцекладку весной и дают более качественный расплод и снижают риск роения, так как пчелиные семьи с матками старше одного года роятся значительно чаще.

Наличие достаточных запасов корма важно для выживания и развития пчелиной семьи в периоды отсутствия взятка. Даже при неблагоприятных погодных условиях и отсутствии поддерживающего медосбора в природе именно обилие кормовых резервов позволяет матке реализовать свой потенциал. В семьях с обильными запасами корма яйценоскость матки оказывается на 77% выше, чем в семьях, испытывающих кормовой дефицит. Это напрямую влияет на силу семьи к моменту главного взятка: чем больше расплода выращено весной, тем больше пчёл-сборщиц будет работать на медосборе. Потребление корма растет по мере увеличения размера семьи, но при пересчете на 1 кг массы пчел сильные семьи экономичнее, так как микроклимат поддерживается коллективно. Каждая отдельная пчела затрачивает меньше энергии на обогрев аккумулируя тепло большим количеством особей. Следовательно, корм идёт не на терморегуляцию, а на выращивание расплода и летную работу.

Технология содержания, применяемая пчеловодом, существенно влияют на продуктивность пчелиных семей. Современное пчеловодство предлагает различные подходы: от традиционного стационарного до интенсивного кочевого, от использования простых лежаков до многокорпусных ульев с разделительными решётками. Одним из ключевых технологических параметров является периодичность осмотров. Частые открывания улья нарушают микроклимат гнезда, отвлекают пчёл от работы и вызывают стресс. За эталон принята продуктивность семей, которые осматривают всего 4 раза за сезон (100% медосбора). При осмотрах каждые 12 дней продуктивность снижается до 85,3%, а при осмотрах каждые 6 дней – до 69,5% [2].

Пчёлы разных пород демонстрируют различную продуктивность. На территории Краснодарского края районированы несколько основных пород: карпатская и серая горная кавказская.

Карпатская порода пчел отличается быстрым весенним ростом, зимостойкостью и яйценоскостью маток до 2000 яиц/день. Серые горные кавказские пчёлы – самые миролюбивые, они берут нектар с бедных медоносов, но плодовитость их маток около 1500 яиц/сутки, и они не ограничивают яйцекладку при наличии свободных ячеек.

Развитие пчеловодства определяет совокупность природных, организационных, научно-технических и экономических факторов. Продуктивность семьи раскрывается через грамотное сочетание биологических и технологических факторов: сбалансированный возрастной состав, молодые матки, наличие кормовых запасов, качественные соты и подходящий микроклимат – это обеспечит наивысший результат [1].

Литература

1. Кривцов, Н. И. Пчеловодство : учебник для вузов / Н. И. Кривцов, В. И. Лебедев, Г. М. Туников. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2026. – 388 с.

2. Комлацкий, В. И. Пчеловодство : учебное пособие / В. И. Комлацкий, С. В. Логинов, С. В. Свистунов. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – 108 с.

3. Организация опыления сельскохозяйственных культур : методические рекомендации / А. В. Сергиенко, В. И. Комлацкий, С. И. Кононенко [и др.]. – Краснодар : ООО "Оперативная полиграфия и дизайн", 2018. – 60 с.

Социальные и гуманитарные науки

УДК 35.077.6

ЭЛЕКТРОННЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ УСЛУГИ В РОССИИ

Ливанов Р. В. – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Козлова Л. А., канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Развитие электронных государственных услуг в России представляет собой важное направление модернизации государственного управления и повышения качества взаимодействия граждан с государственными структурами. В последние годы цифровизация государственных сервисов приобрела масштабный характер, предоставляя пользователям удобные и оперативные инструменты для получения услуг без необходимости личного посещения учреждений. Однако это направление всё ещё сталкивается с рядом задач и ограничений, которые влияют на уровень доступности и эффективности электронных услуг

Ключевые слова: портал государственных услуг, электронное правительство, цифровизация

Развитие электронных государственных услуг в России началось в начале 2000-х годов в рамках масштабной концепции электронного правительства, ориентированной на внедрение информационно-коммуникационных технологий в государственное управление. Первым значимым государственным документом стала принятая в 2002 году федеральная целевая программа «Электронная Россия (2002-2010 гг.)», которая задала стратегические ориентиры по расширению доступа населения к государственным услугам и повышению эффективности взаимодействия граждан с органами власти [3].

Первые шаги к реализации электронного правительства проходили в два основных этапа. С 2003 по 2005 годы проводился подготовительный этап, включавший анализ существующих процедур, формирование нормативно-правовой базы и определение приоритетных направлений внедрения ИКТ. В этот период были заложены основы, необходимые для создания современной системы оказания государственных услуг в электронном формате, а также развивалась региональная информатизация, что имело большое значение для обеспечения равнодоступности услуг в различных субъектах Российской Федерации [1].

Практическая реализация концепции электронного правительства пришлась на период 2006-2010 годов. В этот период создавались федеральные и региональные информационные порталы, которые стали платформой предоставления государственных и муниципальных услуг в электронном виде. В частности, была утверждена «Концепция региональной информатизации до 2010 года», регламентировавшая мероприятия по внедрению ИКТ в субъектах РФ. Кроме того, именно в эти годы происходило становление нормативно-правовой базы, направленной на упрощение и стандартизацию процессов оказания услуг, что позволило сформировать институциональный каркас для дальнейшего цифрового развития [1, 2, 3].

Ключевым событием стало запуск в декабре 2009 года государственного портала «Госуслуги» (gosuslugi.ru), который с тех пор стал основным каналом предоставления электронных государственных услуг населению. Его создание обеспечивало централизованный доступ к широкому спектру услуг, в том числе выдаче документов, регистрации, социальной поддержки и других государственных функций. Техническое сопровождение портала осуществляла компания «Ростелеком», что обеспечило стабильность и безопасность работы ресурса [4, 6].

В 2010 году был принят Федеральный закон №210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг», который заложил правовую основу

функционирования портала и определил основные принципы электронного взаимодействия между государством и гражданами. Закон установил требования к качеству, доступности и прозрачности услуг, а также усилил ответственность государственных органов за своевременное и корректное выполнение своих функций в электронном виде [7].

К 2024 году портал «Госуслуги» существенно расширил функционал и стал универсальным инструментом для получения множества государственных и муниципальных сервисов. Технологическое развитие включало внедрение современных решений в области идентификации, автоматизации и поддержки пользователей. Историческое становление данной системы, начиная с первых федеральных программ и нормативных актов и завершая комплексной цифровой платформой, создало базу для продолжающегося роста и совершенствования электронных государственных услуг в России.

Таким образом, история становления электронных государственных услуг в России отражает этапы стратегического планирования, нормативного закрепления и технологической реализации, что позволило в 2025 году иметь широко распространённый и функционально развитый портал «Госуслуги», востребованный различными категориями граждан и обеспечивающий эффективное взаимодействие государства и общества (рисунок 1) [4, 5].

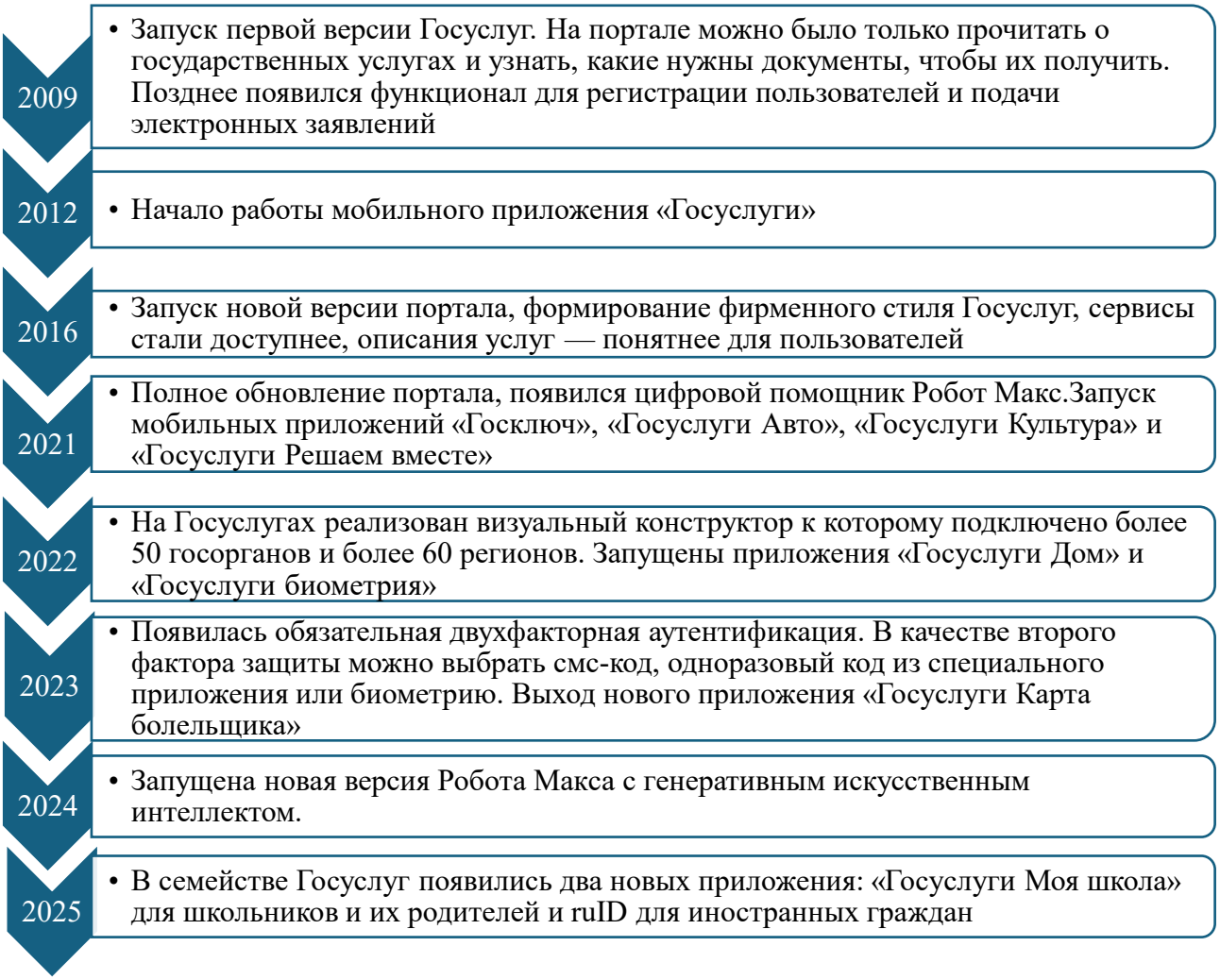


Рисунок 1 – Основные этапы развития портала государственных услуг

В настоящее время портал «Госуслуги» является основным инструментом взаимодействия граждан с государством, предоставляя доступ к более чем 5 тысячам различных видов государственных и муниципальных услуг. На 2023–2024 годы наблюдается устойчивый рост количества активных

пользователей: по итогам данных, число зарегистрированных аккаунтов превысило 110 миллионов человек, из которых около 80 миллионов регулярно используют сервисы портала для решения бытовых и административных вопросов (рисунок 2).

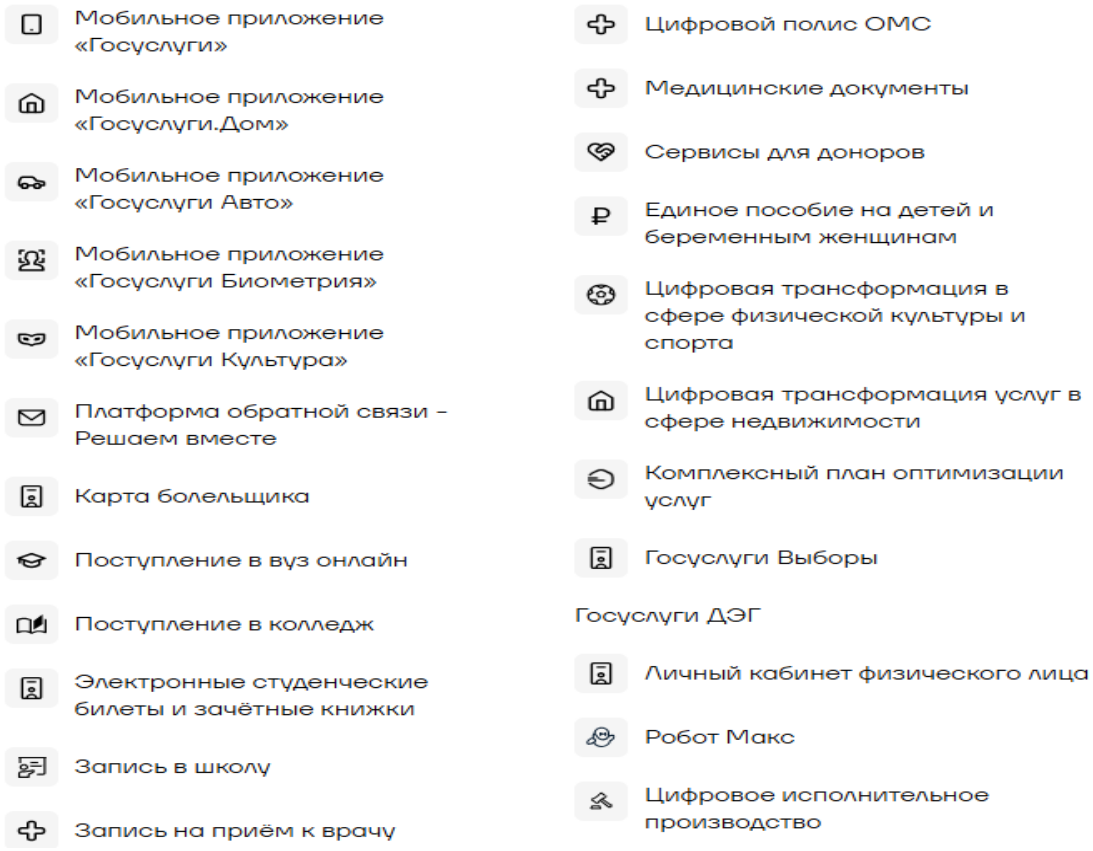


Рисунок 2 – Сервисы портала Госуслуг

По итогам 2025 года на портале Госуслуги зарегистрировано более 120 млн. пользователей. Ежедневно портал посещают более 14 млн. человек. В среднем пользователи подают около 2 млн. заявлений ежедневно. Среди наиболее востребованных сервисов находятся оформление паспорта, записи на прием в государственные учреждения, получение справок, а также регистрация транспортных средств и оформление социальной помощи. Анализ структуры использования портала выявляет значительный прирост в категориях, связанных с медицинскими услугами и налоговыми операциями, что отражает расширение функционала портала и рост доверия пользователей к цифровым инструментам [5,7].

Несмотря на достигнутый прогресс, инфраструктурные ограничения связаны с недостаточным финансированием и законодательными барьерами, которые сдерживают модернизацию технических компонентов и внедрение инновационных решений в полном объёме. Кроме того, региональные особенности подключения и недостаточность телекоммуникационной инфраструктуры в отдельных субъектах создают неоднородность качества доступа к электронным услугам [3]. Решение указанных задач напрямую связано с эффективной государственной политикой цифровизации, ориентированной на комплексное развитие ИКТ-инфраструктуры, повышение устойчивости систем и обеспечение информационной безопасности. Важным шагом в этом направлении является реализация национальной стратегии цифровизации, которая предусматривает оптимизацию технических решений и стандартизацию процессов для создания единой, масштабируемой и надёжной платформы электронных государственных услуг в интересах всех категорий граждан и субъектов Российской Федерации. Национальная стратегия цифровизации РФ задает ключевые направления совершенствования госуслуг, объединяя цель повысить качество

жизни граждан посредством активного внедрения и использования современных информационно-коммуникационных технологий. Эта стратегия отражена в ряде нормативных документов и национальных программ, таких как президентский Указ № 203 от 2017 года «О Стратегии развития информационного общества в РФ на 2017–2030 годы» и программа «Экономика данных» на 2025–2030 годы. Системный подход национальной стратегии направлен на формирование условий для широкой цифровой трансформации в обществе и экономике, акцентируя внимание не только на технологическом развитии, но и на социальной интеграции цифровых сервисов, включая цифровизацию государственного управления [7].

Прежде всего, следует реализовать продвинутые интеллектуальные системы поддержки, расширив возможности чат-ботов до уровня диалоговых помощников, способных распознавать контекст и эмоциональный фон пользователя. Это позволит более точно и оперативно отвечать на запросы, предлагать пошаговое сопровождение и корректировать ответы с учётом индивидуальных особенностей, уменьшая зависимость от консультантов и сокращая время ожидания [2, 4].

Исходя из проведенного анализа сегментов функционирования электронной системы госуслуг, можно отметить, что дальнейшее развитие сервиса будет во многом опираться на уже созданную комплексную инфраструктуру, законодательную базу и опыт пользователей. Совокупное влияние факторов цифровой трансформации, законодательных инициатив и технологических инноваций формирует условия для значительного расширения спектра услуг и повышения их доступности для различных категорий граждан и организаций.

Литература

1. Киселев, А. С. История зарождения и формирования идеи электронного управления государственными делами в России и за рубежом: сравнительно-правовой аспект / А. С. Киселев // Вестник Саратовской государственной юридической академии. – 2023. – № 4 (117). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-zarozhdeniya-i-formirovaniya-idei-elektronnogo-upravleniya-gosudarstvennymi-delami-v-rossii-i-za-rubezhom-sravnitelno-pravovoy (дата обращения: 10.04.2026).

2. Козлова, Л. А. Проблемы и перспективы цифровизации отраслей АПК / Л. А. Козлова, С. Н. Плотникова, Р. В. Ливанов // Цифровая экономика и управление знаниями: проблемы и перспективы развития : сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции. – Киров, 2021. – С. 19-21.

3. Латыпов, Д. Д. Электронное правительство как главный элемент развития электронных государственных услуг в России / Д. Д. Латыпов // Форум молодых ученых. – 2023. – № 10 (14). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnoe-pravitelstvo-kak-glavnyy-element-razvitiya-elektronnyh-gosudarstvennyh-uslug-v-rossii (дата обращения: 10.04.2026).

4. Маракулина, И. В. Обзор результатов исследования использования цифровых технологий в РФ / И. В. Маракулина // Цифровая экономика и управление знаниями: проблемы и перспективы развития : сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции. – Киров, 2024. – С. 21-24.

5. Мухин, Д. А. Роль портала «Госуслуги» в системе стратегии digital governance в России/ Д. А. Мухин, Х. К. Муминов // Journal of Monetary Economics and Management. – 2024. – № 4. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-portala-gosuslugi-v-sisteme-strategii-digital-governance-v-rossii (дата обращения: 10.04.2026).

6. Сергеева, М. С. Становление системы предоставления государственных и муниципальных услуг в Российской Федерации / М. С. Сергеева // Вестник науки. – 2024. – № 11 (80). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/stanovlenie-sistemy-predostavleniya-gosudarstvennyh-i-munitsipalnyh-uslug-v-rossiyskoy-federatsii (дата обращения: 10.04.2026).

7. Скипин, Д. Л. Система электронных государственных услуг населению: состояние и развитие/ Д. Л. Скипин, Т. А. Кольцова, А. В. Шаргина // Агропродовольственная политика России. – 2025. – № 1. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-elektronnyh-gosudarstvennyh-uslug-naseleniyu-sostoyanie-i-razvitie (дата обращения: 10.04.2026).

УДК 338.432

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ГОВЯДИНЫ В РОССИИ

Обухов Н. С. – аспирант 2 года обучения института экономики, управления и информационных технологий
Научный руководитель – Костенко О. В., канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты статистического анализа производства говядины в Российской Федерации. Отрасль находится в состоянии длительного спада, выпуск говядины и поголовье крупного рогатого скота продолжают сокращаться. В течение последнего десятилетия отмечается тенденция по существенному сокращению доли импорта на внутреннем рынке, а также по улучшению отдельных технологических показателей производства говядины. Преодоление отраслевого спада большинство исследователей связывают с развитием специализированного мясного скотоводства.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, производство говядины, жизненный цикл отрасли, факторы эффективности

Современное сельское хозяйство является одной из наиболее развитых секторов экономики, благодаря чему внутренние рынки продовольствия наполняются продукцией российского производства. Российский АПК стал заметным экспортером и вносит свой вклад в поддержание внешнеторгового баланса страны. При этом, как справедливо отмечает И. Н. Ким [5], говядина осталась единственным из «ходовых» видов мяса, по которому страна все еще зависит от импорта.

Действительно, результаты статистического анализа подтверждают, что в производстве скота и птицы на убой произошли кардинальные изменения объемов выпуска и еще более значительные изменения в структуре производимых видов мяса (таблица 1).

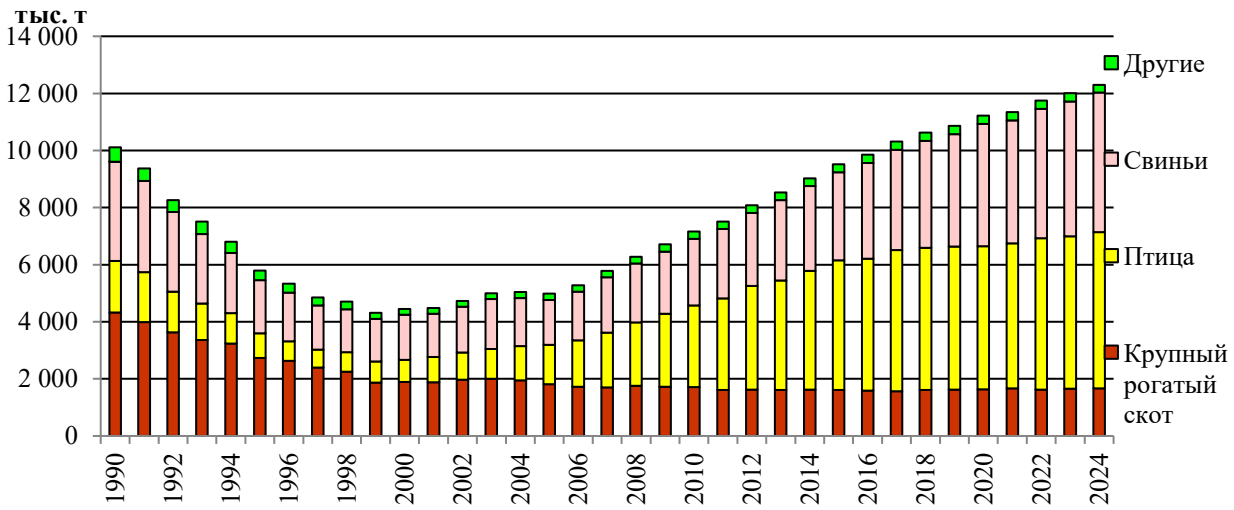


Рисунок 1 – Производство скота и птицы на убой (в убойном весе) по Российской Федерации, тыс. т

Составлено по данным ЕМИИС. – URL: https://www.fedstat.ru/indicator/31368 (дата обращения 10.04.2026).

После обвала производства в 1990-е годы, с началом системной поддержки животноводства в 2000-е начался рост производства свинины и мяса птицы. За счет этого к 2017 году были восстановлены дореформенные значения общего производства скота и птицы на убой. Это произошло в основном за счет ускоренного развития свиноводства и птицеводства, заимствования импортных промышленных технологий производства и строительства крупных высокотехнологичных свиноводческих комплексов и птицефабрик. В результате произошли мощные структурные сдвиги за период 1990-2024 гг.:

- производство птицы на убой выросло более чем в 2 раза, его удельный вес в мясном балансе «взлетел» с 18% в 1990 г. до 44 % в 2024 г.;
- производство свиней на убой выросло в 1,4 раза, его удельный вес в баланс также увеличился (с 34% в 1990 г. до 40% в 2024 г.);
- производство крупного рогатого скота на убой напротив, сокращалось в течение всего периода и уменьшилось в 2,6 раза; доля КРС в мясном балансе «обрушилась» с 43% в 1990 г. до всего лишь 14% в 2024 г.;
- общий показатель по всем видам скота в 2024 г. – 12,3 млн т в убойном весе - на 22% превышает «дореформенные» объемы 10,1 млн т.

Данные о балансе ресурсов и использования мяса и мясопродуктов приведены в таблице 1. Внутренний рынок наполняется отечественной продукцией, доля импорта уверенно снижается. Доля экспорта уверенно растет и начинает превышать импорт.

Таблица 1 – Ресурсы и использования мяса и мясопродуктов по Российской Федерации, тыс. т

Ресурсы и их использование	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2021 % к 1990
Запасы на начало	934	1 030	560	592	804	807	978	1 032	110,5
Производство	10 112	5 796	4 446	4 972	7 165	9 519	11 222	11 346	112,2
Импорт	1 535	2 250	2 095	3 094	2 856	1 360	648	621	40,5
Итого ресурсов	12 581	9 076	7 101	8 658	10 824	11 686	12 848	12 999	103,3
Производственное потребление	331	135	57	54	37	47	27	32	9,7
Потери	123	46	14	16	19	18	19	19	15,4
Экспорт	60	13	35	67	97	143	609	634	1056,7
Личное потребление	11 113	8 087	6 564	7 871	9 869	10 666	11 161	11 325	101,9
Запасы на конец	954	795	431	650	802	812	1 032	990	103,8

Составлено по данным Росстата. – URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения 10.04.2026).

По видам мяса динамика существенно разная. Ю. С. Жукова и Т. Б. Шиврина [4] методом опроса получили данные, которые подтверждают, что наибольшей популярностью у потребителей пользуется свинина и мясо птицы. Говядину более чем половина респондентов относят к дорогому мясу, для гурманов и праздников, и только для 10% это мясо «для обыденного употребления». И. Н. Ким [5] отмечает, что объемы производства продолжают сокращаться в основном за счет снижения потребления говядины, а сам продукт стал премиальным по уровню цен. А. В. Сысолятин и И. В. Маракулина [9] считают, что недостаток сырья, в том числе говядины, негативно сказывается на развитии мясоперерабатывающего сектора АПК Кировской области.

Данные о размерах и структуре производства крупного рогатого скота на убой представлены на рисунке 2. Обвальное сокращение произошло в 1990-е годы, с 4,3 млн т до менее чем 2,0 млн т КРС в убойном весе (2000 г.). Далее был незначительный спад, а последние 15 лет показатель балансирует на уровне около 1,7 млн т в год с неустойчивой и незначительной тенденцией роста

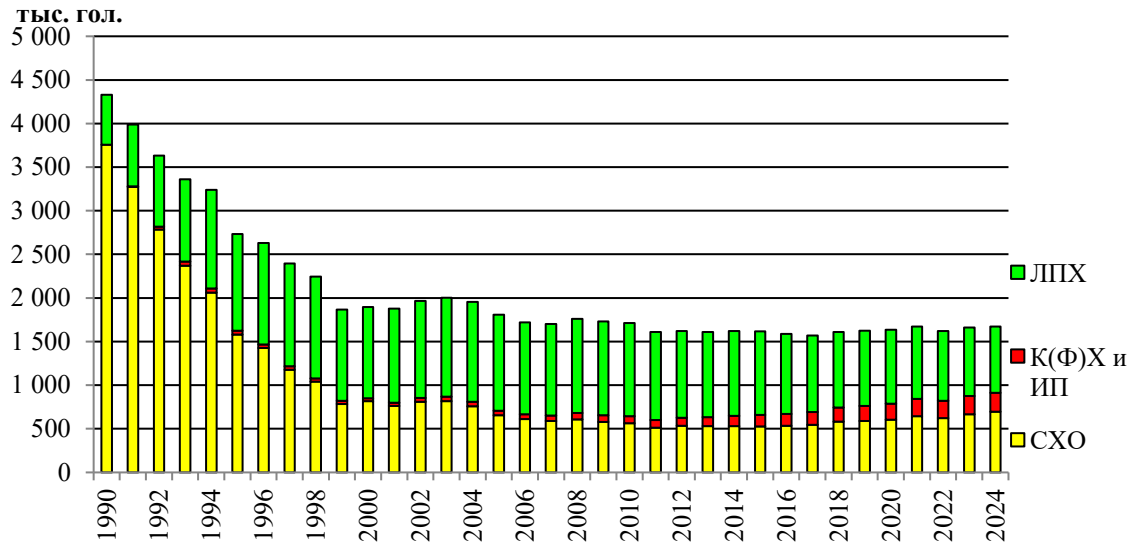


Рисунок 2 – Производство КРС на убой (в убойном весе) по типам с.-х. товаропроизводителей по Российской Федерации, тыс. т.

Составлено по данным ЕМИИС. – URL: https://www.fedstat.ru/indicator/31368 (дата обращения 10.04.2026).

Одновременно произошли существенные изменения в структуре производства по типам производителей:

- доля сельскохозяйственных организаций в производстве говядины упала в 2 раза, с 87% в 1990 г. до 42% в 2024 г.;
- доля личных подсобных хозяйств стала лидирующей, увеличившись с 13% в 1990 г. до 45% в 2024 г. (в период 2005-2014 гг. доля данной категории с.-х. производителей даже превышала 60%);
- доля крестьянских (фермерских) хозяйств плавно росла в течение всего периода наблюдений и достигла 13% к 2024 г.

На рисунке 3 приведены данные о динамике поголовья крупного рогатого скота, исключая маточное поголовье коров (в том числе дойных коров в молочном скотоводстве). Показатель в точности повторяет динамику объемов производства.

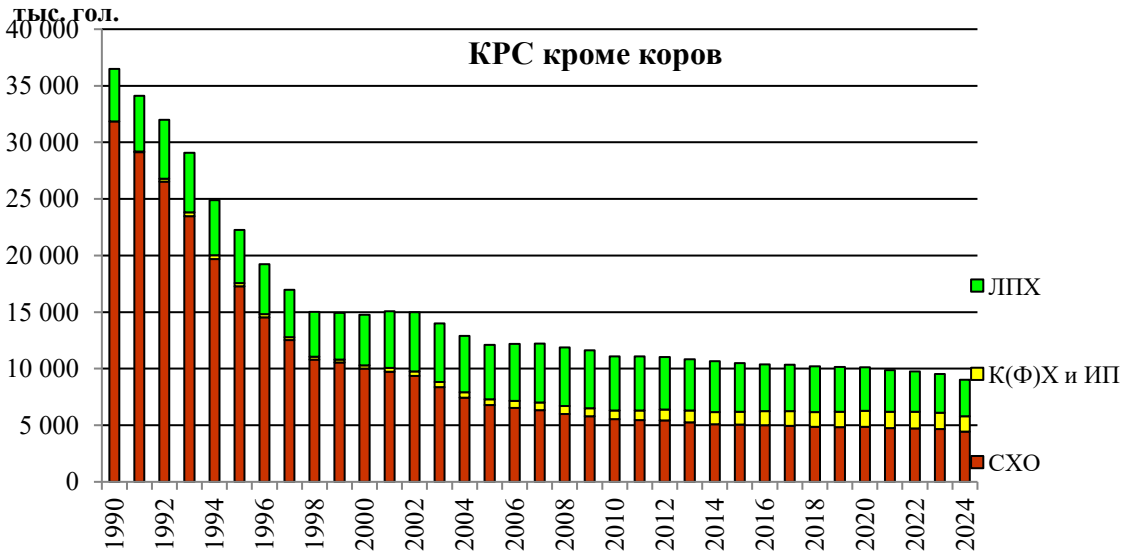


Рисунок 3 – Поголовье КРС (кроме коров не на откорме и нагуле) по типам с.-х. товаропроизводителей по Российской Федерации, тыс. гол.

Составлено по данным ЕМИИС. – URL: https://www.fedstat.ru/indicator/31325 (дата обращения 10.04.2026).

С. В. Котеев и др. [7] указывает на системный характер проблем в производстве и потреблении говядины. Сокращается поголовье скота, в отрасли критически низкая рентабельность и инвестиции. Российский рынок говядина устойчиво падает в течение более чем десяти лет (сокращение на 25% за 2010-2024 гг.), а объемы внутреннего производства сохраняются только за счет снижения импорта.

О. В. Костенко [10] подтверждает, что говядина на российском рынке проигрывает конкуренцию свинине и мясу птицы. Тому причиной различия в уровне себестоимости продукции. Говядина один из самых ресурсоемких видов мяса, по расходам кормов на килограмм привесов скота и по потребности в земельных ресурсах. Уровень цен на говядину в 1,5-2 раза выше, чем на свинину и птицу. Отрасль находится в стадии долгосрочного спада, преодолеть его возможно за счет радикального увеличения доли мясного скотоводства и внедрения моделей кооперации крупных компаний с мелкими производителями.

Поиск источников роста и повышения ее эффективности производства говядины следует искать в том числе на основе анализа стратегических характеристик отрасли [6]. Важное значение имеет уровень технологического развития отрасли – применяемые технологии разведения, содержания и кормления скота, с учетом отраслевых норм. Данные по некоторым показателям технологического уровня развития скотоводства приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели технологического уровня скотоводства (КРС) Российской Федерации

Показатели	1990	1995	2005	2015	2023	2024
Выращено в живом весе на 1 голову, кг/год	121	93	93	131	147	149
Среднесуточный привес на выращивании и откорме, г	423	289	414	627	623	623
Выход приплода на 100 маток, гол./год		73	76	78	76	74
Расход кормов на условную голову, ЦКЕ/год	30,4	29,6	30,1	28,7	28,5	29,0
Падеж скота, % за год	3,0	6,0	2,6	2,0	2,7	2,6
Расход корма на производство привеса, КЕ/кг		18,4	14,4	14,9	12,6	12,9

Составлено по данным Росстат и ЕМИИС. – URL: https://rosstat.gov.ru/publications-plans и https://www.fedstat.ru/ (дата обращения 10.04.2026).

Данные Росстата и ЕМИИС по сельскохозяйственным организациям свидетельствуют о том, что есть положительная динамика по отдельным показателям, в том числе в сравнении с «базой» 1990 г. - среднесуточный привес на выращивании и откорме, расход корма в расчете на производство привеса. Остальные показатели либо ухудшаются, либо их изменение незначительно или неустойчиво. В целом их уровень можно охарактеризовать как «ниже среднего». Отрывочные имеющиеся данные по крестьянским (фермерским) хозяйствам показывают, что их технологический уровень оказывается даже выше, чем в сельскохозяйственных организациях.

Обзор научных публикаций, посвященных исследованию проблем и перспектив развития производства говядины в Российской Федерации, позволил выявить разнообразные мнения и подходы ученых:

- Г. К. Дускаев и др. [1] по результатам анализа мясного скотоводства фиксируют определенные сдвиги в отрасли. Так, увеличивается доля специализированного мясного и помесного скота в общем поголовье крупного рогатого скота (22,9% в 2023 г.);
- А. Ю. Сибилева и др. [8] считают, что ключевыми факторами повышения экономической эффективности и конкурентоспособности говядины является оптимизация откорма, переход на современные технологии откорма и повышение качества мяса;

- Ю. С. Жукова и Т. Б. Шиврина [3] считают, что одним из основных резервов вывода отрасли из кризиса является развитие мясного скотоводства на основе инновационных решений. В настоящее время основная доля говядины производится как сопутствующая продукция молочного скотоводства;
- Ю. С. Жукова [2] в качестве одного из факторов развития отрасли исследует влияние государственной поддержки специализированного мясного скотоводства.

По результатам проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы.:

- отрасль находится в состоянии длительного спада, выпуск говядины и поголовье крупного рогатого скота продолжают сокращаться;
- в течение последнего десятилетия отмечается тенденция по существенному сокращению доли импорта на внутреннем рынке, а также по улучшению отдельных технологических показателей производства говядины;
- преодоление отраслевого спада большинство исследователей связывают с развитием технологий разведения, содержания и кормления крупного рогатого скота, в том числе с увеличением доли специализированного мясного скотоводства.

Литература

1. Дускаев, Г. К. Мясное скотоводство России: социальные и экономические аспекты / Г. К. Дускаев, Н. М. Казачкова, Х. А. Амерханов // АПК: экономика, управление. – 2025. – № 6. – С. 84-91. – https://doi.org/10.33305/256-84 . – EDN NRDPZE.
2. Жукова, Ю. С. Оценка государственной поддержки развития мясного скотоводства в России / Ю. С. Жукова // Зоотехническая наука в условиях современных вызовов. – Киров : ВГАТУ, 2021. – С. 73-77. – EDN SXVICB.
3. Жукова, Ю. С. Перспективы развития мясного скотоводства на основе инновационных решений на примере Кировской области / Ю. С. Жукова, Т. Б. Шиврина // От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение развития экономики и кадрового потенциала АПК. – Екатеринбург : Уральский ГАУ, 2021. – С. 51-54. – EDN DNUIFI.
4. Жукова, Ю. С. Анализ перспектив производства и сбыта мяса кроссбридного крупного рогатого скота в Кировской области / Ю. С. Жукова, А. Ю. Маринина, Т. Б. Шиврина // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования : Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Вятская ГСХА и 55-летию экономического факультета. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – С. 83-86. – EDN BEEBPQ.
5. Ким, И. Н. Почему в России снижается поголовье крупного рогатого скота и надо ли что-то с этим делать / И. Н. Ким // Экономика природопользования. – 2025. – № 1. – С. 7-22. – https://doi.org/10.36535/1994-8336-2025-01-2 . – EDN UNIZAF.
6. Костенко, О. В. Стратегический менеджмент организации АПК / О. В. Костенко. – Киров : Вятская ГСХА, 2014. – 233 с. – ISBN 978-5-9905609-1-8. – EDN UHUVEH.
7. Котеев, С. В. Мясное скотоводство России: проблемы и перспективы развития / С. В. Котеев, Д. В. Снетков, М. В. Кагирова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2026. – Т. 1, № 1 (166). – С. 5-14. – https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2026.01.01.001 . – EDN GKCXPJ.
8. Сибилев, А. Ю. Технологии производства говядины: оптимизация откорма и повышение качества мяса / А. Ю. Сибилев, А. С. Дегтярь, П. Б. Должанов // Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности : Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Персиановский : Донской ГАУ, 2025. – С. 142-145. – EDN KQBKCF.
9. Сысолятин, А. В. Тенденции развития рынка мясной продукции Кировской области / А. В. Сысолятин, И. В. Маракулина // Экономика, управление, образование: история,

исследования, перспективы : материалы Международной научно-практической конференции. – Киров: Вятская ГСХА, 2018. – С. 145-147. – EDN UPRWQY.

10. Kostenko, O. V. Russian beef sector: Economic analysis and forecast / O. V. Kostenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Virtual, Online, 2021. – P. 012010. – https://doi.org/10.1088/1755-1315/941/1/012010 . – EDN ZUGPBA.

УДК 338.534

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРНЕТ–СТРАХОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ АО «СОГАЗ»

Савин Д. А. – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Козлова Л. А., канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. Глубокие политические и экономические преобразования в России требуют развития эффективного страхового рынка. Растущая потребность в страховой защите для частных клиентов делает необходимым создание страховых продуктов, доступных как для физических, так и для юридических лиц, обеспечивая надежную защиту от различных рисков. На примере АО «Страховая компания «СОГАЗ»» рассмотрены особенности интернет-страхования.

Ключевые слова: интернет-страхование, сайт, личный кабинет, интерфейс

Современный этап развития страхового рынка Российской Федерации характеризуется активной цифровизацией всех бизнес-процессов. Интернет-страхование перестало быть инновационной опцией и превратилось в конкурентную необходимость.

Данный переход обусловлен изменением потребительского поведения, ростом проникновения интернета и смартфонов, а также политикой регулятора (Банка России), направленной на развитие дистанционных каналов продаж и упрощение процедур урегулирования убытков.

АО «Страховая компания «СОГАЗ», являясь одним из системообразующих многопрофильных страховщиков России с широкой филиальной сетью, демонстрирует стратегический подход к интеграции цифровых технологий. Для СОГАЗа интернет-канал выступает не просто как дополнительный инструмент продаж, а как комплексная платформа для построения долгосрочных отношений с клиентом, повышения операционной эффективности и создания современного имиджа. Анализ деятельности компании позволяет выделить ключевые особенности реализации модели интернет-страхования в практике крупного традиционного страховщика.

АО «СОГАЗ» реализует стратегию интернет-страхования через несколько ключевых каналов:

1. Официальный сайт выполняет функции многофункционального хаб-центра. Помимо информационной и корпоративной составляющей, сайт интегрирован с «Личным кабинетом» и онлайн-калькуляторами для расчета стоимости полисов (ОСАГО, каско, страхование путешественников и др.). Процесс оформления полиса ОСАГО полностью автоматизирован и соответствует требованиям Единой автоматизированной информационной системы ОСАГО (ЕАИС ОСАГО).

2. Мобильное приложение «СОГАЗ» является ключевым элементом цифровой экосистемы. Функционал приложения позволяет:

- приобретать и продлевать полисы (ОСАГО, каско, страхование от несчастных случаев);
- хранить электронные копии документов;
- подавать уведомление о ДТП через европротокол прямо из приложения с фотофиксацией повреждений и геолокацией;

- отслеживать статус урегулирования убытка;
- связываться с сервисной службой через онлайн-чат.

АО «СОГАЗ» фокусирует свои усилия по цифровизации на продуктах с высокой степенью стандартизации и востребованностью у розничного клиента:

-ОСАГО полностью цифровой цикл «от расчета до выдачи полиса». Интеграция с базой данных Российского союза автостраховщиков (РСА) обеспечивает проверку скидки за безаварийную езду в режиме реального времени

-Каско предлагается упрощенный онлайн-расчет с возможностью выбора основных опций. Однако полное оформление часто требует последующего осмотра автомобиля, что указывает на ограничение полностью дистанционного формата для сложных продуктов.

Для того, чтобы проанализировать особенности интернет – страхования на примере ОА «СОГАЗ», рассмотрим поэтапный анализ процесса оформления страхового полиса онлайн на примере ОСАГО.

Оформление полиса ОСАГО в АО «СОГАЗ» служит наглядным примером реализации технологии интернет-страхования. Процесс является типичным для рынка и состоит из последовательных этапов.

Этап 1. Выбор продукта и вход в калькулятор (рисунок 1).

Пользователь на главной странице сайта выбирает раздел «Автострахование» → «ОСАГО». Происходит перенаправление в автоматизированную систему расчета (калькулятор).

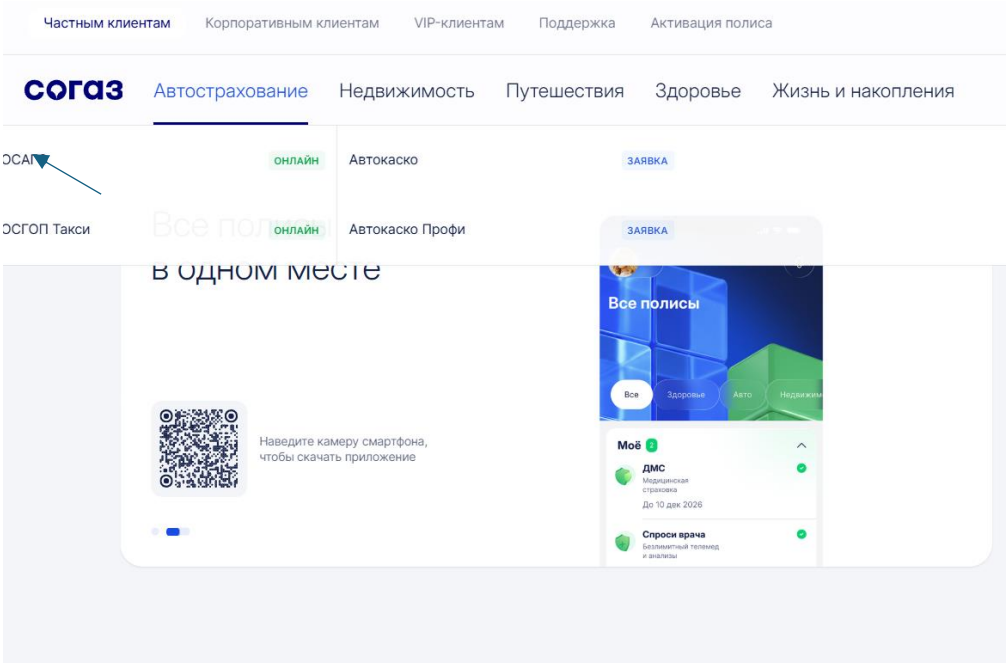


Рисунок 1 – Главная страница сайта СОГАЗ с выделенным разделом "ОСАГО"

Этап 2. Ввод данных о собственнике и автомобиле.

Система запрашивает информацию, необходимую для расчета: данные паспорта собственника, данные свидетельства о регистрации транспортного средства (СТС): VIN, госномер, марка, модель, данные водителей (ФИО, дата рождения, серия и номер водительского удостоверения), либо отметка о неограниченном круге водителей.

Интерфейс формы интуитивно понятен, есть подсказки. Важной особенностью является интеграция с базами данных (например, РСА), что позволяет частично автоматически проверять и подгружать информацию.

Этап 3. Расчет стоимости и выбор параметров.

На основе введенных данных система в режиме реального времени рассчитывает стоимость полиса. Пользователь может варьировать: период использования (сезонность),

наличие и срок действия диагностической карты (для определенных категорий ТС), выбор франшизы (опция). На этом этапе наглядно проявляется особенность интернет-страхования – прозрачность тарификации. Клиент видит, как формируется итоговая сумма (базовый тариф, коэффициенты за безаварийность (КБМ), регион, мощность ТС и т.д.).

Этап 4. Проверка данных и оплата.

После расчета пользователь проверяет все введенные данные. Ключевой момент – электронная цифровая подпись (ЭЦП). По закону, для заключения договора ОСАГО онлайн требуется простая электронная подпись (ПЭП). В АО «СОГАЗ» она формируется одним из двух способов: через однократный пароль из SMS, через подтверждение в личном кабинете на портале Госуслуг (что придает сделке максимальную юридическую значимость).

После согласия с условиями и применения электронной подписи пользователь переходит к оплате банковской картой через защищенный шлюз.

Этап 5. Получение полиса. После успешной оплаты полис ОСАГО в формате PDF появляется в личном кабинете пользователя на сайте «СОГАЗ», электронная копия одновременно отправляется на указанный e-mail.

Другая программа предлагаемая «СОГАЗ» это «Защита здоровья». Настройка данной программы включает этапы:

1.Выбор категории программы (Здоровье или Защита от несчастных случаев).

2. На данном этапе проявляется гибкость онлайн-страхования. Пользователь выбирает необходимый для него полис:

- выбор страховой суммы: Ползунок или поле ввода для определения суммы покрытия (например, от 500 тыс. до 3 млн руб. на случай критического заболевания).

- выбор рисков: Часто предлагается опционально добавить или убрать определенные риски (например, «травма в результате несчастного случая», «диагностирование онкологического заболевания», «госпитализация»). Это напрямую влияет на цену.

- ввод персональных данных: Возраст, пол, род занятий (что влияет на коэффициент риска). Для некоторых программ может запрашиваться информация о здоровье (например, статус курения), что является упрощенной формой андеррайтинга.

Система в реальном времени пересчитывает стоимость при каждом изменении параметра (рисунок 2).

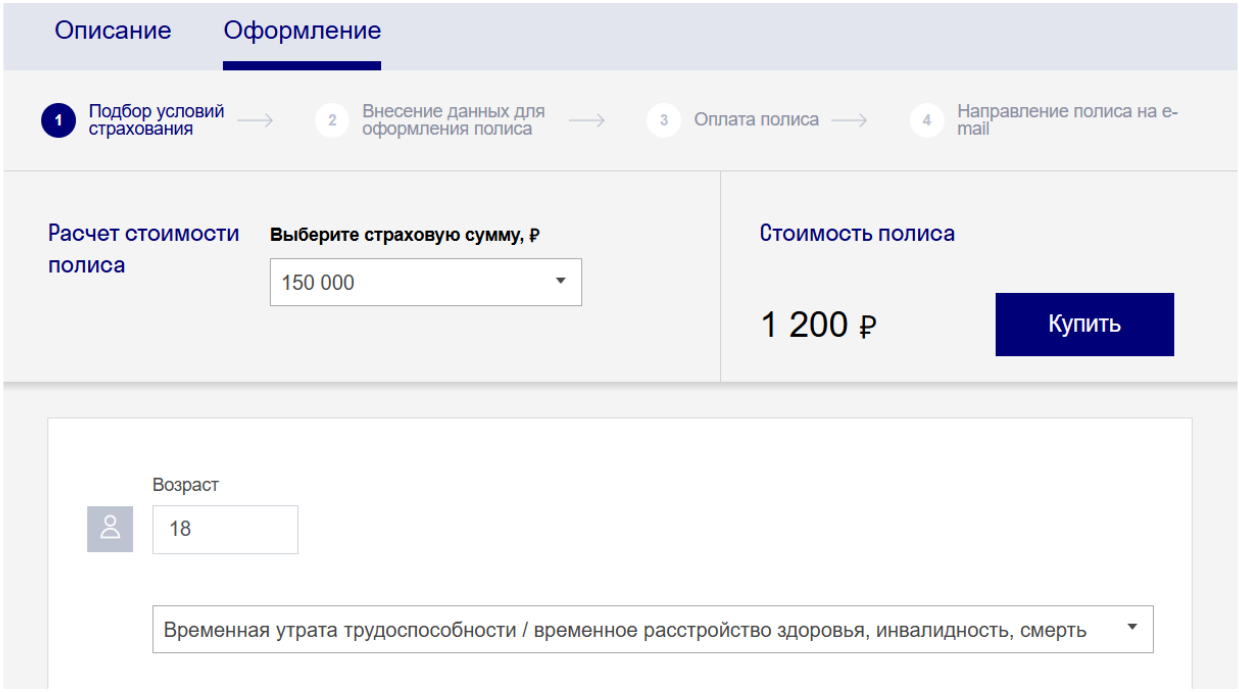


Рисунок 2 – Скриншот калькулятора с настройками: страховой суммы, выбранных рисков и итоговой ценой

Этап 3. Ознакомление с правилами и оформление заявки.

Пользователю в обязательном порядке предоставляются для ознакомления:

· Правила страхования (объемный документ).

· Заявление на страхование (с автоматически подставленными данными).

Необходимо подтвердить ознакомление и согласие с условиями. На этом же этапе вводятся точные персональные данные для полиса (паспорт, контакты) (Приложение Г).

Этап 4. Оплата и активация полиса.

После подтверждения заявки следует оплата.

Ключевая особенность: В отличие от ОСАГО, полис страхования здоровья часто не требует ЭЦП через Госуслуги, так как не регламентирован так строго. Достаточно оферты и акцепта (оплаты).

После успешного платежа:

1. Электронный полис (PDF) мгновенно генерируется и становится доступным в личном кабинете.

2. Отправляется на email.

3. По запросу может быть отправлен бумажный оригинал (иногда за дополнительную плату).

На основе анализа можно выделить следующие преимущества:

1. Комплексность подхода: цифровизация затронула не только продажи, но и ключевой процесс — урегулирование убытков (европротокол через приложение), что значительно повышает клиентский опыт.

2. Безопасность и надежность: репутация крупного федерального страховщика снижает барьер недоверия клиентов к онлайн-операциям с денежными средствами.

3. Мобильное приложение и искусственный интеллект повышают взаимодействие.

Таким образом, интернет-страхование можно рассматривать как инновационный инструмент, позволяющий страховым компаниям не только адаптироваться к изменяющимся условиям рынка, но и существенно улучшить качество предоставляемых услуг, что, в свою очередь, способствует укреплению их позиций на конкурентном рынке.

Литература

1. Бедердинова, А. И. Современное онлайн-страхование в России / А. И. Бедердинова, С. А. Калайда, И. А. Прилепкина // ЭПП. – 2021. – № 12. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-onlayn-strahovanie-v-rossii (дата обращения: 10.04.2026).

2. Интернет-страхование: преимущества и недостатки. – URL: https://scienceforum.ru/2016/article/2016026240 (дата обращения: 10.04.2026).

3. Маракулина, И. В. Обзор результатов исследования использования цифровых технологий в РФ / И. В. Маракулина // Цифровая экономика и управление знаниями: проблемы и перспективы развития : сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 21-24.

4. Рейтинг страховых компаний по объему премий, собранных через онлайн-каналы // Рейтинговое агентство «Эксперт РА». – URL: https://www.raexpert.org/researctions/insurance/online_insurance/ (дата обращения: 10.04.2026).

5. Страховая компания СОГАЗ : Официальный сайт. – URL: https://www.sogaz.ru/ (дата обращения: 10.04.2026).

6. Страхование в цифровом формате // Ведомости. – URL: https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2025/10/09/1144420-strahovanie-tsifrovom?ysclid=mj1w6uykai692070652 (дата обращения: 10.04.2026).

УДК 338.242.4

МЕРЫ ПО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ В РОССИЙСКОМ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Ситу-Гома Маржи – аспирант 1 года обучения института экономики, управления и информационных технологий
Научный руководитель – Логинов Д. А., д-р экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. После нарушения глобальных цепочек поставок и ухода многих иностранных производителей после 2022 года российское правительство внедрило несколько стратегий для поддержки отечественного производства и снижения зависимости от импортных автомобилей и комплектующих. Эти меры включают государственные субсидии, льготные кредиты, требования по локализации и защитную торговую политику, направленную на стимулирование отечественного производства.

Отечественные производители, такие как АвтоВАЗ, известный производством моделей Lada, получили выгоду от государственной финансовой поддержки и промышленных политик, направленных на поддержание производства и занятости. Кроме того, возрождение исторических брендов, таких как Москвич, демонстрирует усилия по восстановлению национальных автомобильных мощностей. Партнерства с международными производителями из не-западных стран, включая компании, такие как Chery Automobile и Geely, также способствовали восстановлению цепочек поставок и расширению местных сборочных производств.

Ключевые слова: иностранные производители, поддержка отечественного производства, импортные автомобили, отечественные производители

Введение. Российская автомобильная промышленность оказалась в числе отраслей, наиболее остро ощутивших последствия западных санкций, введённых с 2022 года. Уход ведущих иностранных производителей - Toyota, Volkswagen, Mercedes-Benz, BMW, Renault - и прекращение поставок ключевых комплектующих поставили под угрозу функционирование всей производственной цепочки. Одновременно недружественные государства ввели запреты на экспорт в Россию автомобилей и эмбарго на поставку материалов, используемых в автомобилестроении. В этих условиях государство разработало и последовательно реализует комплекс мер по импортозамещению. Если первоначально политика носила характер антикризисного реагирования, то начиная с 2023 года она приобрела черты долгосрочной стратегии. Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации до 2035 года, утверждённая распоряжением Правительства РФ от 28 декабря 2022 г. № 4261-р, зафиксировала три ключевые цели: удовлетворение потребности российского рынка в высоколокализованной продукции, обеспечение технологического суверенитета и достижение конкурентоспособности на мировом рынке.

Настоящая статья ставит целью систематизацию позитивных мер государственной политики импортозамещения в отечественном автопроме, оценку достигнутых результатов и выявление перспективных направлений дальнейшего развития.

Нормативно-правовые и стратегические меры.

Основополагающим документом, определившим вектор государственной политики, стала Стратегия развития автомобильной промышленности до 2035 года. Документ закрепляет приоритет локализованной продукции, увязывает меры развития автопрома со смежными отраслями - металлургической, химической и электротехнической промышленностью - и предусматривает долгосрочные контракты между автосборочными предприятиями и российскими производителями компонентов.

Координирующим органом является Правительственная комиссия по импортозамещению, учреждённая постановлением Правительства РФ от 4 августа 2015 г. № 785 и получившая значительно расширенные полномочия после 2022 года. В её структуре действуют две подкомиссии - по вопросам гражданских отраслей экономики и по вопросам

оборонно-промышленного комплекса, - что обеспечивает межведомственную координацию в реализации программ замещения иностранных поставок.

Финансовые инструменты поддержки

Одним из наиболее масштабных инструментов является прямое субсидирование производителей. В 2025 году субсидии автозаводам возросли в 2,3 раза по сравнению с предшествующим периодом, достигнув 819 миллиардов рублей. Дифференциация субсидий по критерию локализации создаёт устойчивый стимул для предприятий инвестировать в развитие отечественной компонентной базы.

Фонд развития промышленности (ФРП) предоставляет льготные займы под 3–5% годовых на приобретение комплектующих, оборудования и организацию производственных кластеров. Только в 2024 году через ФРП на льготных условиях было выделено более 104 миллиардов рублей. Суммарные инвестиции в рамках государственных программ поддержки промышленности в 2024–2025 годах превысили 430 миллиардов рублей, при этом ежегодный федеральный бюджет на программы импортозамещения составляет около 330 миллиардов рублей.

Производственные и технологические достижения

Наиболее наглядным измеримым результатом реализуемой политики стал рост уровня локализации производства. По данным отраслевых аналитических агентств, уровень локализации в производстве автомобилей LADA и «Москвич» достиг 60–80%, включая кузовные детали, системы управления и подвески. В целом по промышленности доля российских аналогов выросла с 38% в 2022 году до 54% в 2024-м - прирост на 16 процентных пунктов за два года.

Одним из флагманских проектов стало строительство гигафабрики по производству литий-ионных аккумуляторных батарей для электротранспорта в Красной Пахре (ТиНАО, Москва), начатое в 2023 году. Предприятие ориентировано на обеспечение потребностей отечественных производителей электромобилей российскими компонентами и является элементом более широкой стратегии развития электромобильности в стране.

Электромобилизация как стратегическое направление

Развитие электромобильного сектора рассматривается государством не только как ответ на глобальный технологический тренд, но и как инструмент технологического суверенитета. По различным оценкам, доля электромобилей в структуре продаж новых автомобилей в 2025 году составляет 5–7%. Государство субсидирует как производство, так и приобретение электромобилей: объём субсидий в этом направлении вырос на более чем 20% к уровню 2024 года. Создание отечественной производственной базы для аккумуляторных компонентов, включая упомянутую гигафабрику в Москве, формирует фундамент для долгосрочной независимости электромобильного сектора от иностранных поставщиков ключевых технологических решений.

Сводные результаты:

Таблица 1 – Основные показатели

Показатель	Значение / динамика
Доля российских аналогов в промышленности	38% (2022) → 54% (2024)
Уровень локализации LADA и «Москвич»	60–80%
Субсидии автозаводам в 2025 г.	819 млрд руб. (+130% к 2024 г.)
Льготные займы ФРП в 2024 г.	более 104 млрд руб.
Доля отеч. компонентов критич. номенклатуры	около 40% (2024–2025 гг.)
Инвестиции в поддержку промышленности 2024–2025 гг.	свыше 430 млрд руб.
Прирост промпроизводства Москвы (янв. 2024)	+17,8% г/г
Доля ЭВ в продажах новых автомобилей (2025)	5–7%

Проведённый анализ позволяет констатировать, что политика импортозамещения в российской автомобильной промышленности в 2022–2025 годах претерпела качественную трансформацию: от экстренных мер по сохранению производства к долгосрочной стратегии

технологического суверенитета. К числу ключевых позитивных результатов относятся: рост доли российских аналогов с 38% до 54% в промышленности в целом; достижение 60–80%-ного уровня локализации производства ведущих российских марок; освоение отечественными предприятиями выпуска электронных блоков управления; начало строительства производства аккумуляторных батарей; формирование системы межрегиональных промышленных кластеров.

Литература

1. Журова, Л. И. Влияние глобальных экономических кризисов на развитие автомобильной промышленности России / Л. И. Журова, И. Н. Краковская. – DOI: https://doi.org/10.15507/2413-1407.116.029.202103.541-561 // Регионология. – 2021. – Т. 29, № 3. – С. 541-561.
2. Симачёв, Ю. В. Новые контуры промышленной политики / Ю. В. Симачёв, А. А. Федюнина, М. Г. Кузык // Доклады к XXIII Ясинской (Апрельской) международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. – Москва, 2022. –С. 46-47.
3. Развитие концептуальных положений стратегического управления устойчивостью промышленных предприятий / Л. В. Марабаева, Н. Д. Гуськова, О. В. Черкасова, А. В. Ерастова // Вестник НИИ гуманитарных наук при Правительстве Республики Мордовия. – 2022. – № 3 (63). – С. 37-45.
4. Телегина, Е. А. Санкции и торговые войны как индикаторы трансформации мирового хозяйства. Возможности для России / Е. А. Телегина, Г. О. Халова. – DOI: https://doi.org/10.20542/0131-2227-2019-63-2-13-20 // Мировая экономика и международные отношения. – 2019. – Т. 63, № 2. – С. 13-20.
5. Тимофеев, И. Н. Сомнительная эффективность? Санкции против России до и после февраля / И. Н. Тимофеев // Россия в глобальной политике. – 2022. – Т. 20, № 4. – С. 136-152.
6. Шкодинский, С. В. Влияние санкций на технологический суверенитет России / С. В. Шкодинский, А. М. Кушнир, И. А. Продченко. – DOI: https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-2-75-96 // Проблемы рыночной экономики. – 2022. – № 2. – С. 75-96.
7. Boucher, D. Western Economic Sanctions against Russia: an Opportunity for Closer Eurasian Integration? / D. Boucher. – DOI: https://doi.org/10.25009/orientando.v0i19.2642 // Orientando. – 2020. – № 19.
8. Sakuramoto C., Di Serio L. C., Bittar A. de V. Impact of Supply Chain on the Competitiveness of the Automotive Industry // RAUSP Management Journal. – 2019. – Vol. 54, No. 2. – P. 205-225. DOI: https://doi.org/10.1108/RAUSP-07-2018-005.
9. Timofeev, I. N. Sanctions on Russia: A New Chapter / I. N. Timofeev. – DOI: https://doi.org/10.31278/1810-6374-2022-20-4-103-119 // Russia in Global Affairs. – 2022. – Vol. 20, № 4. – P. 103-119.
10. Weiss M. The Role of Local Content Policies in Manufacturing and Mining in Low- and Middle-Income Countries // Inclusive and Sustainable Industrial Development Working Paper Series. UNIDO. – 2016. – № 19. – URL: https://www.unido.org/sites/default/files/2017-01/UNIDO_Working_paper_Local_content_policies_FINAL_15803__0.pdf. (дата обращения: 01.04.2026).

УДК 519.254

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ АЛГОРИТМОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАЗЕМНОЙ ИНФОРМАЦИИ И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Ульянова Д. С. – аспирант 1 года обучения института инженерии и агробиотехнологии
Научный руководитель – Козлова Л. А., канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, г. Киров, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются современные междисциплинарные подходы к интеграции наземных измерений (in-situ) и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Анализируются ключевые методы пространственного масштабирования, включая геостатистику (универсальный кригинг, RK-ML) и алгоритмы глубокого обучения (сверточные нейронные сети, позднее слияние данных). Особое внимание уделяется практическим кейсам: картографированию кустарной добычи полезных ископаемых в ДР Конго, оценке растительных остатков в «кукурузном поясе» США, мониторингу вулканической активности и деформаций прибрежных зон. Показано, что наиболее эффективным решением проблемы разномасштабности является использование промежуточного звена - авиационной гиперспектральной съемки или данных БПЛА. Обосновывается необходимость перехода от простой калибровки спутниковых данных к сложным многоуровневым фреймворкам слияния.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, наземная информация, междисциплинарные исследования, машинное обучение, глубокое обучение, геостатистика, масштабирование, слияние данных, InSAR, гиперспектральная съемка

В современной науке о Земле наблюдается устойчивый тренд к интеграции данных, получаемых из различных источников. Наземные измерения, традиционно обеспечивающие высокую точность в локальных точках, и спутниковые данные ДЗЗ, предоставляющие широкий пространственный охват, долгое время существовали изолированно. Однако сложность современных задач - от мониторинга деформаций земной поверхности до оценки углеродного баланса экосистем - требует их объединения. Это порождает необходимость в междисциплинарных исследованиях, лежащих на стыке геоинформатики, машинного обучения, физики атмосферы и инженерных наук.

Ключевой проблемой при интеграции является несоответствие масштабов (scale mismatch): спутниковые данные (Landsat, Sentinel-2) имеют разрешение 10–30 м, тогда как наземные измерения представляют собой точечные пробы площадью в десятки квадратных сантиметров. Прямое сравнение таких данных некорректно, поскольку один пиксель может содержать пространственную гетерогенность, не улавливаемую единичным наземным измерением.

Для преобразования точечных наземных измерений в пространственно-непрерывные поля применяются методы геостатистики и машинного обучения.

Классическим подходом является универсальный кригинг (Universal Kriging). В исследовании по слиянию данных об аэрозольной оптической толщине (AOD) над территорией Индии двухэтапный фреймворк на основе UK показал, что 95% доверительный интервал объединенных значений охватывает более 80% наземных наблюдений. Однако метод чувствителен к плотности наземной сети. Для разреженных сетей предложен гибридный подход Residual Kriging with Machine Learning (RK-ML), который сначала моделирует устойчивые пространственные паттерны с помощью ML-алгоритмов, а затем применяет кригинг для интерполяции остатков.

Развитием методов стала концепция создания данных «3Н» (высокая точность, высокое пространственное разрешение, высокая пространственно-временная непрерывность). Метод GRASPS (Generate high Resolution, Accurate, Seamless data using Point-Surface fusion), базирующийся на глубоком обучении, позволяет моделировать нелинейные связи между точечными наземными измерениями и спутниковыми данными. Применение метода для

генерации почвенной влажности с разрешением 30 метров продемонстрировало возможность создания бесшовных продуктов высокого разрешения, критически важных для мониторинга внезапных засух (flash droughts).

Современный этап характеризуется активным внедрением методов глубокого обучения. Исследование в Демократической Республике Конго по картографированию кустарной добычи полезных ископаемых (ASM) продемонстрировало применение методологии генерации псевдо-эталонного набора данных (pseudo-ground truth dataset) при дефиците наземных наблюдений. Сравнение четырех конфигураций моделей (только оптические данные Planet-NICFI, только SAR Sentinel-1, раннее и позднее слияние) показало, что модель позднего слияния достигла наивысшей производительности: F1-мера = 73%, общая точность = 88,4%. Интеграция SAR-данных оказалась критически важной для дискриминации участков добычи и водных объектов.

Особого внимания заслуживает использование авиационной гиперспектральной съемки в качестве «переносчика» наземной истины на спутниковый уровень. В исследовании по оценке покрытия сельскохозяйственных полей растительными остатками в «кукурузном поясе» США была реализована трехзвенная схема: наземные ортофотопланы → авиационная гиперспектральная съемка (0,5 м) → спутниковые данные Landsat и Sentinel-2 (30 м). С помощью полуавтоматической разметки с использованием нейронной сети ResNet-50 было получено 6719 записей наземных фракций остатков, после чего обучена одномерная сверточная нейронная сеть (1D-CNN) для предсказания фракций по гиперспектральным данным. Результаты показали, что традиционное прямое масштабирование «земля-спутник» дало низкую точность (R^2 = 0,22), тогда как трехступенчатый фреймворк «земля-воздух-спутник» достиг R^2 = 0,67.

Наиболее сложные задачи требуют интеграции гетерогенных измерительных платформ: наземных геофизических сетей, спутниковой радиолокации (InSAR), оптических снимков и данных БПЛА.

Проект на вулканической дуге Вануату направлен на разработку статистических методов и алгоритмов машинного обучения для объединения наземных сейсмических данных, GNSS-измерений, данных о дегазации, а также спутниковых наблюдений деформаций (InSAR) и термических аномалий. Цель - детектирование переходов в поведении вулкана, сигнализирующих о повышении опасности.

Интеграция спутниковой альтиметрии, наземных геодезических измерений (GNSS, мареографы) и инженерных данных о состоянии инфраструктуры показала, что применение сверточных нейронных сетей (CNN) и случайного леса (Random Forest) позволяет улучшить пространственное разрешение на 30% и снизить уровень шумов на 25% по сравнению с классическими статистическими методами.

Уникальный фреймворк «зональная инверсия - слияние мозаик» для инверсии полнопрофильной топографии приливно-отливных зон объединяет:

- для субаквальной зоны - спутниковые данные Landsat-9 OLI + корабельные промеры глубин (Random Forest, R^2 = 0,79);
- для зоны обнаженного дна - временные ряды Sentinel-2 + метод частоты затопления (R^2 = 0,86);
- для зоны растительности - данные БПЛА + кригинг-интерполяция (RMSE = 0,10 м).

Алгоритм слияния данных с разных зон с учетом точности (precision-weighted fusion) позволил получить бесшовную цифровую модель рельефа с общей среднеквадратичной ошибкой 0,54 м.

Несмотря на успехи, междисциплинарные исследования сталкиваются с рядом проблем. Дефицит наземных данных в ряде регионов (тропические леса, Арктика, зоны конфликтов) частично решается созданием «псевдо-наземной правды», что потенциально может вносить систематические ошибки. Проблема сравнения несопоставимых данных требует использования промежуточного авиационного или БПЛА-звена, что увеличивает

стоимость исследований. Наконец, интерпретируемость моделей «черного ящика» остается вызовом для специалистов-предметников, привыкших к физически обоснованным моделям.

Интеграция наземных и спутниковых данных перестала быть чисто технической задачей калибровки и превратилась в самостоятельное междисциплинарное научное направление. Ключевые выводы:

1. Произошел переход от классической геостатистики к гибридным подходам и архитектурам глубокого обучения.
2. Наиболее эффективное решение проблемы масштаба - использование промежуточного авиационного или БПЛА-звена.
3. Синергия оптических и SAR-данных компенсирует ограничения каждого метода.
4. Разработанные алгоритмы находят применение в широком спектре задач: от мониторинга нелегальной добычи ресурсов до точного земледелия и управления прибрежными рисками.

Литература

1. Методы экологических исследований : учебник / под ред. Н. Е. Рязановой. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 474 с. + Доп. материалы. – (Высшее образование). – DOI 10.12737/textbook_5c9dbff28444d1.25671097. – URL: https://znanium.ru/catalog/product/2126610 (дата обращения: 03.03.2026).
2. Мониторинг земель : его содержание и организация : учебное пособие / Д. А. Шевченко, А. В. Лошаков, Л. В. Трубачева [и др.]. – Ставрополь : СтГАУ, 2017. – 121 с. – URL: https://znanium.com/catalog/product/976434 (дата обращения: 03.03.2026).
3. Наземные и дистанционные методы оценки состояния экосистем особо охраняемых природных территорий : монография / Д. Г. Груммо, А. В. Судник, В. М. Байчоров [и др.] ; под общ. ред. Д. Г. Груммо, А. В. Судника ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларуская навука, 2023. – 351 с. – ISBN 978-985-08-2985-6. – URL: https://znanium.ru/catalog/product/2142987 (дата обращения: 03.03.2026).
4. Налетай.РФ : сайт. – URL: http://налетай.рф/home?ysclid=mnec2a0x86811298152 (дата обращения: 03.03.2026).
5. Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса : материалы конференции / под общей редакцией В. А. Шахова. – Оренбург : Оренбургский ГАУ, 2023. – 1318 с. – ISBN 978-5-6051 // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/399956 (дата обращения: 03.03.2026).

Научное издание

ЗНАНИЯ МОЛОДЫХ:
НАУКА, ПРАКТИКА И ИННОВАЦИИ

Материалы
XXIV Научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых с международным участием
22–23 апреля 2026 г.

Ответственный редактор: Усатова Н. И.
Технический корректор: Малышева О. А.

ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
610017, г. Киров, Октябрьский проспект, 133