

На правах рукописи

Скляр Алексей Владимирович

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПТИЦЫ
НА МЯСО**

06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов
животноводства

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Сергиев Посад – 2022

Диссертационная работа выполнена в отделе технологии производства продуктов птицеводства Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН)

Научный консультант: **Салеева Ирина Павловна**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, член-корреспондент РАН

Официальные оппоненты: **Гадиев Ринат Равилович,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», профессор кафедры пчеловодства, частной зоотехнии и разведения животных
Епимахова Елена Эдугартовна,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», профессор базовой кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных
Иванов Юрий Григорьевич,
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инжиниринга животноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева»

Защита диссертации состоится «___» _____ 2022 года в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 006.006.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении Федеральном научном центре «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН) по адресу: 141311, Московская область, г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская, д. 10; тел.: 8 (496) 549-95-75, факс: 8 (496) 551-21-38, e-mail: dissovet@vnitip.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФНЦ «ВНИТИП» РАН – www.vnitip.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Ленкова Татьяна Николаевна

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. На фоне масштабного обновления технического парка птицефабрик за последний период, позволяющего существенно улучшить качество технологических процессов, на многих птицеводческих предприятиях РФ вопросы работы инфраструктурных подразделений не отвечают существующим нормативным регламентам.

По энергосбережению, например, работа без теплоутилизаторов (выбросы тепла 1 птичника - до 380 Гкал/год) и т.д.

По экологии – это низкое качество и антисанитария при утилизации помёта и освещении стоков, отсутствие дезодорации и очистки воздушного бассейна в зоне размещения птицефабрик. Ужесточение требований экологического законодательства, в свою очередь, требует совершенствования применяемых технологий и способов по снижению вредных выбросов от действующих птицеводческих предприятий.

Работа по Федеральным законам и ГОСТам безусловно даст существенный экономический эффект, поскольку даже в экологической защите могут быть безубыточные технологии, например, с продажей биоудобрений из переработанного помёта. Но основную экономию, перекрывающую все затраты по внедрению инноваций птицеводческие предприятия получают, естественно, на ресурсо- и энергосбережении.

Поэтому исследования в данном направлении актуальны.

Степень разработанности темы. Интенсивное развитие российского птицеводства за последние два десятилетия, не смотря на рост себестоимости производства и ухудшения эпизоотической ситуации на глобальном и национальном уровне выводит на первый план вопросы энерго-ресурсосбережения.

В.Н. Афанасьев, 2001; И.Ф. Бородин, 2004; Д.В. Гладин, 2017; А.А. Гришан, 2002; Х.Х. Губейдуллин, 2012; Б.Т. Иванов, 1991; А.И. Чельшев, 1985; О.А. Косицын, 2004; И.А. Лариошина, 2012; В.П. Лысенко, 1991; Т.В. Панова, 2011; Б.А. Рунов, 2000; И.П. Салеева, 2009; Т.А. Столляр, 1991; А.К. Османян, 1985; В.И. Фисинин, 2009; А.В. Цыганков, 2017; К.И. Шкурихина, 2011; В.Г. Шоль, 1987 и другие ученые внесли большой вклад в изучение и развитие эколого-ресурсосберегающих технологий и оборудования для выращивания птицы.

В наших научных изысканиях представлены комплексные исследования по определению новых, современных технологий стадийного выращивания птицы на мясо и технико-технологических методов, позволяющих обеспечить ресурсосбережение и снижение негативного воздействия на окружающую среду от производственной деятельности птицевладельцев.

Цель и задачи исследований. Цель диссертационной работы – теоретическое и экспериментальное обоснование перспективного развития интенсивных ресурсосберегающих технологий производства мяса птицы путем разработки и внедрения энергоэкономичных производственных процессов, обеспечивающих эффективную защиту окружающей среды.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- изучить и разработать стадийные технологии выращивания молодняка бройлеров и индеек, с применением в стартовый период климатических камер и птичников-акклиматизаторов, обеспечивающих повышение мощности существующих предприятий, разработать алгоритм расчетов для проектирования новых птицефабрик для выращивания индеек;
- разработать технологические обоснования для совершенствования конструкции клеток для мясной и племенной птицы;
- разработать эффективную систему дозирования корма для племенной птицы;
- разработать энергоэкономичные алгоритмы работы и управления техническими средствами управления микроклиматом птичников (выбор оптимальных диапазонов работы для систем охлаждения, алгоритма работы приточных клапанов в зимний период, изучение влияния обогревателей прямого нагрева на микроклимат в птичнике), адаптированные к природно-климатическим регионам страны;
- провести технико-экономическую оценку разработанных технологических процессов и технических средств, улучшающих энергоэффективность производства (применение теплоутилизаторов, линейных ИК-обогревателей, тепловизионное тестирование птичников, рациональное размещение светодиодных светильников, использование альтернативных источников электроэнергии, рациональное топливоснабжение предприятия, применение диспетчеризация производства), а также повышающих конкурентоспособность сбыта мяса птицы на внутреннем рынке и при его экспорте;
- определить комплекс эффективных природоохранных технологических процессов и технических средств (дезодорация соковых паров от вакуум-варочных котлов, дезодорация воздушной среды на помехохранилище, очистка стоковых вод на предприятии, оптимизация работы биокомпостеров на помехохранилище, очистка загрязненного воздуха, выбрасываемого из птичников), обеспечивающих реализацию генетического потенциала птицы выполнение нормативных требований по защите окружающей среды.

Научная новизна исследований. Для увеличения выхода мяса с 1м² площади пола птичников разработана технология двухстадийного выращивания бройлеров с использованием климатической камеры, индейки на мясо – акклиматизаторов. Оптимизирована конструкция клеточных батарей для доращивания цыплят и их выгрузки на убой. Разработан кормораздатчик для автоматизированного нормированного кормления мясных кур (патент РФ № 190923). Дано научное обоснование и доказана эффективность технологических процессов, направленных на корректировку микроклимата в птицеводческих помещениях в зависимости от климатических зон их размещения, сезона года, температуры и влажности воздуха путем аэрации и регуляции режимов работы элементов притока воздуха и воздухонагревателей прямого нагрева, предложены алгоритмы расчета микроклимата.

Впервые разработана система отопления птицеводческих помещений с помощью промышленных линейных инфракрасных (ИК) обогревателей, испытаны рекуперационные утилизаторы тепла при совместной их работе с вытяжной вентиляцией, предложено использование тепловизионного контроля.

Показана эффективность применения энергосберегающих светодиодных (СД) светильников, предложена схема их размещения, а также использование мини-электростанций (МЭС). Установлена необходимость и эффективность управления технологией производства бройлеров с помощью системы мониторинга (диспетчеризации) эксплуатации птицеводческих помещений.

Разработаны эколого-защитные технологические приемы: дезодорации дурно пахнущих при переработке отходов убоя птицы в вакуум-варочных котлах и в зоне помехохранилищ; химического осветления сточных вод после мойки птицеводческих помещений; ускоренной термофильной переработки помета в биоудобрение; дезодорации и очистки воздуха вытяжной вентиляции.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая и практическая значимость работы обусловлена актуальностью исследуемой проблемы. Основные положения и выводы работы углубляют теоретическую базу для разработки и усовершенствования ресурсосберегающих технологий и технологических приемов в бройлерном производстве и при выращивании молодняка индеек на мясо, направленных на увеличение объемов его производства, продуктивности птицы, улучшения и сохранности зоогигиенических условий содержания, снижение затрат кормов на единицу продукции. Все эксперименты теоретически обоснованы, проведены технико-экономические расчеты и апробация исследований на большом поголовье мясной птицы в условиях действующих птицефабрик.

Практическая значимость работы заключается в том, что внедрение в практику двухстадийных технологий и технологических приемов выращивания бройлеров и индеек на мясо, новых конструкций клеточных батарей и кормораздатчика, методики управления микроклиматом птицеводческих помещений, системы адиабатического и интенсивного конвекционного охлаждения воздуха и поголовья птицы, линейных ИК-излучателей тепла, рекуперационных утилизаторов тепла, схемы размещения СД-светильников, способов дезодорации и очистки воздуха, позволит поднять на новый высокий уровень объемы производства мяса, его качественный состав и улучшит условия жизнеобеспечения птицы, а также будет способствовать повышению рентабельности производства.

Результаты исследований внедрены в семи птицеводческих хозяйствах.

Методология и методы исследований. Исследования выполнены в соответствии с методологией, принятой при изучении вопросов технологии выращивания, продуктивности, здоровья бройлеров и индеек, а также качества получаемой продукции. При выполнении работы использовали общие методы научного познания: анализ, сравнение, обобщение; экспериментальные

методы: наблюдение, сопоставление; специальные методы: зоотехнические, микробиологические, экономические. Полученные экспериментальные данные обрабатывали методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и определением критерия достоверности разности по Стьюденту-Фишеру при трех уровнях вероятности (* - $P < 0,05$, ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$).

Положения, выносимые на защиту. По итогам выполненного комплекса исследований по технолого- и технико-экономической оценке разработанных технических средств на защиту выносятся следующие основные положения:

- стадийные технологии выращивания бройлеров в стартовый период в условиях акклиматизаторов, обеспечивающие повышение мощности существующих предприятий;
- стадийные технологии выращивания индейки на мясо, обеспечивающие повышение мощности существующих предприятий, алгоритм расчетов при проектировании новых птицефабрик;
- энергоэкономичные алгоритмы и технические средства управления микроклиматом птичников, адаптированные к природно-климатическим регионам страны;
- технико-экономическая оценка разработанных технологических процессов и технических средств, улучшающих энергоэффективность производства, повышающих конкурентоспособность сбыта мяса птицы на внутреннем рынке и при его экспорте;
- комплекс эффективных природоохранных технологических процессов и технических средств, обеспечивающих реализацию генетического потенциала птицы и выполнение нормативных требований по защите окружающей среды.

Степень достоверности и апробация результатов исследований. Достоверность полученных результатов обусловлена репрезентативным объемом материала исследований, изученного в опытных группах: технология стадийного выращивания бройлеров с использованием климатической камеры – 10000 гол., технология стадийного выращивания индеек – 25952 гол., клеточные батареи для бройлеров – 936 гол., адиабатическое охлаждение приточного воздуха – 3002 гол., обеззараживание воздуха в птичнике при помощи воздухонагревателей прямого нагрева – 33523 гол., применение теплоутилизаторов – 35344 гол., применение линейных ИК-обогревателей совместно с теплогенераторами – 23040 гол., применение линейных ИК-обогревателей без теплогенераторов – 5224 гол., применение рациональной схемы размещения светодиодных светильников – 33001 гол., мониторинг и диспетчеризация – 99701 гол., очистка и обеззараживание отработанного воздуха из птичников – 25344 гол.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены на: семинарах ФНЦ «ВНИТИП» РАН по повышению квалификации специалистов по технологии производства яиц и мяса птицы и селекции (2005–2021 гг.); XVIII Международной конференции «Инновационное

обеспечение яичного и мясного птицеводства России» (2015 г.), Всероссийской конференции с международным участием «Исследование живых систем в постгеномную эру» Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки (2018 г.), XIX международной конференции ВНАП «Мировые и российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего» (2018 г.), международной научно-технической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика М. Е. Мацепуро, «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве» (Минск, 2018 г.), XXIV Международной научной конференции «Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды, стандартов ЕС и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза» (Варшава, 2018 г.), XX Международной научно-практической конференции "Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для АПК" (Тамбов, 2019 г.), Международной научно-практической конференции «Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса» ФГБНУ «Прикаспийский аграрный ФНЦ РАН» (с. Соленое Займище, 2019 г.), XII международной научной конференции по сельскохозяйственному машиностроению (Ростов-на-Дону, 2019 г.), Международной конференции агронауки Agrosience-2019 (Чебоксары, 2019 г.).

Реализация результатов исследований. Результаты исследований внедрены на ЗАО ПФ «Череповецкий бройлер», ОАО ПФ «Шекснинская» (Вологодская обл.), ООО ПФ «Русско-Высоцкая» (Ленинградская обл.), ГК ДАМАТЕ – ООО «ПензаМолИнвест» (Пензенская обл.), ЗАО «Краснобор» (Тульская обл.), ООО «Авиаген Торкейз Рус» (Пензенская обл.), ГК РусКом (Омская и Тюменская обл.), АО «Тверская индейка» (Тверская обл.), ОАО ПФ «Бурлацкое». Материалы исследований используются в учебном процессе при подготовке специалистов, бакалавров и магистров на кафедре «Инжиниринг животноводства» в ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», в учебном процессе семинаров по повышению квалификации специалистов птицеводческих предприятий в ФНЦ «ВНИТИП» РАН.

Научные исследования, производственные апробации и внедрение полученных результатов в производство выполнены под научно-методическим руководством и непосредственном участии автора совместно с сотрудниками ФНЦ «ВНИТИП»РАН, ООО «Биг Дачмен» и специалистами птицефабрик: ЗАО ПФ «Череповецкий бройлер», ОАО ПФ «Шекснинская» (Вологодская обл.), ООО ПФ Русско-Высоцкая (Ленинградская обл.), ГК ДАМАТЕ – ООО «ПензаМолИнвест» (Пензенская обл.), ЗАО «Краснобор» (Тульская обл.), ООО «Авиаген Торкейз Рус» (Пензенская обл.), ГК РусКом (Омская и Тюменская обл.), ОАО ПФ «Пермская», ООО «Тверская индейка» (Тверская обл.), ОАО ПФ «Бурлацкое».

Публикация результатов исследований. По материалам диссертационной работы опубликовано 64 работы, из них 5 - в

международной информационной системе Scopus, 20 – в изданиях, включенных в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденных ВАК Министерства образования и науки России и рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени, получен 1 патент на изобретение.

Объём и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследований, результатов исследований и их обсуждения, производственных апробаций и проверок, заключения, предложений производству, перспектив дальнейшей работы, списка использованной литературы и приложений. Материал изложен на 315 страницах текста компьютерного набора, включая 20 приложений, иллюстрирован 41 таблицей и 45 рисунками. Список использованной литературы включает 328 наименований, в том числе 174 – на иностранных языках.

2 МАТЕРИАЛ МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная часть работы по климатической камере выполнена в СГЦ «Загорское ЭПХ» в 1991-1994 гг. на бройлерах кроссов «Смена» и «Конкурент». Остальные исследования проводили на бройлерах кроссов «Кобб 500» и «Росс308»; индейки кроссов «БЮТ БИГ 6» и «Конвертер» в птицеводствах в 1996-2021 гг., на птицефабриках: ЗАО ПФ «Череповецкий бройлер», ОАО ПФ «Шекснинская» (Вологодская обл.), ООО ПФ «Русско-Высоцкая» (Ленинградская обл.), ГК ДАМАТЕ – ООО «ПензаМолИнвест» (Пензенская обл.), ЗАО «Краснобор» (Тульская обл.), ООО «Авиаген Торкейз Рус» (Пензенская обл.), ГК РусКом (Омская и Тюменская обл.), ОАО ПФ Пермская (Пермский край), ОАО ПФ «Бурлацкое», ООО «Тверская индейка» (Тверская обл.). В диссертацию включены результаты 24 научно-производственных экспериментов и производственных апробаций, выполненных на 480 тыс. голов бройлеров и индеек в соответствии с приведённой схемой (рисунок 1).

Тепловизионное обследование тепловизором проведено по 44 птичникам.

Продолжительность научно-хозяйственных опытов по выращиванию бройлеров составлял 21- 35- 42 дня, индеек: для самочек 15-16 недель, самцов - 19-20 недель. Птицу содержали в акклиматизаторе – в клеточных батареях, в остальных исследованиях – по напольной технологии, на глубокой подстилке. Условия содержания поголовья соответствовали руководствам и нормативам для содержания кроссов бройлеров «Смена», «Росс 308», «Кобб500», кроссов индеек «БЮТ БИГ6» и «Конвертер».

Птицу в группы для экспериментов с климатической камерой и последующей корректировки размеров поголовья с учетом роста - подбирали по методу аналогов (с учетом возраста, происхождения и общего развития), для экспериментов по двухстадийному выращиванию индеек – поголовья,

полученного от производителей кросса в соответствии нормативными рекомендациями.



Рисунок 1 – Общая схема исследований.

Методом случайной выборки проводили индивидуальное взвешивание птицы, необходимое для проведения экспериментов.

Кормление поголовья осуществляли полнорационными комбикормами, рецептура и питательность которых соответствовала руководствам по данным кроссам птицы.

При проведении исследований было использовано современное оборудование для проведения контрольных измерений температуры, влажности, загазованности воздуха по CO_2 , NH_3 , скорости движения воздушного потока в зоне размещения поголовья и в проемах приточно-вытяжных элементов микроклиматического оборудования:

- для автоматической фиксации показаний температуры использовали компьютер микроклимата модели Вайпер Тач, оборудованный датчиками температуры модели DOL 12, относительной влажности - DOL114, уровня разряжения - DOL18, уровня загазованности по CO_2 - DOL19, по NH_3 - DOL53, программно-аппаратный комплекс диспетчеризации (цифровизации) птицеводства – «БигФармНет менеджер»;
- для фиксирования температурных полей в птичниках использовали тепловизор модели Fluke TIR1;
- для ручной фиксации параметров микроклимата использовали приборы: температуры – прибор марки ТЭТ-21 и GEM-DT820, влажности воздуха МВ-

4М, скорости воздушного потока – ЭА-2М и Testo 410, загазованности по CO₂ и NH₃ – Альтаир 5Х, секундомер Casio HS-80TW-1E.

Эксперименты проводили в соответствии с методическими рекомендациями ФНЦ «ВНИТИП» РАН по НИР, с учётом регламентирующих документов (ГОСТ, СНИП, СанПиН и пр.).

3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Совершенствование технологии и технических средств выращивания молодняка мясной птицы

3.1.1 Стадийная технология выращивания цыплят-бройлеров с использованием акклиматизатора (климатической камеры).

С целью изучения и разработки стадийной технологии выращивания цыплят-бройлеров в стартовый период была проведена технико-технологическая оценка акклиматизатора (климатической камеры).

По итогам анализа, расчётных методов теории поточного производства было установлено, что при стадийном выращивании цыплят-бройлеров на 28-33% эффективнее используются птичники, повышается мощность существующих птицев хозяйств при экономии средств в сравнении со строительством новых. Результаты проведенных опытов показали, что поэтапное выращивание обеспечивает лучшие физиологические условия молодняку, чем традиционные технологии, и этим обеспечивает повышение ее продуктивности. Так, при сопоставлении с одностадийным способом прирост живой массы в камерах был выше на 4,0-6,4% (при $p \leq 0,05$), на 4,56% меньше расход кормов, на 18% снижены энергозатраты, а за счёт сокращения продолжительности цикла доращивания бройлеров в типовых птичниках - в 1,34 раза увеличилось число их оборотов.

В связи с широким внедрением в птицев хозяйствах РФ более высокопродуктивной птицы и качественных комбикормов были выполнены дополнительные исследования (второй этап) по промерам статей тела для соответствующей их корректировки расчетов по площади пола, занимаемой поголовьем на примере кросса цыплят-бройлеров «Росс308» и пекинской утки кросса «Стар 53» и построены графики зависимости живой массы птицы от размеров тушки птицы. Эти графики позволяют выбирать оптимальные плотности посадки птицы в возрасте пересадки при выборе сроков подращивания в птичнике-акклиматизаторе с последующей пересадкой для выращивания в стандартных птичниках. Так, было установлено, что при выращивании цыплят-бройлеров кросса «Росс308» в камере-акклиматизаторе до 3 недель плотность посадки может быть до 34 гол./м², а при выращивании до 3 недель утят на мясо кросса «Стар 53» плотность посадки до 15 гол./м².

3.1.2 Технологии стадийного выращивания индеек

С целью изучения и определения наиболее эффективной стадийной технологии выращивания индейки тяжелого кросса «БЮТ БИГ 6» был проведен сравнительный анализ по разным технологиям выращивания в расчёте на получение 2000 т мяса в живой массе.

В ходе проведения исследований анализировали циклограммы движения поголовья на действующих птицефабриках. Для анализа учитывались следующие показатели: выход мяса с м² полезной площади пола птичников; количество птичников, необходимых для выхода на проектируемую мощность птицефабрики; равномерность выхода поголовья на убой в течение года (равномерность загруженности убойного цеха и выхода продукции в торговую сеть). По результатам исследования были проведены производственные апробации на действующей птицефабрике. Для контроля использовали нормативы по тяжелому кроссу индеек «БЮТ БИГ 6». Результаты апробации показали, что наиболее эффективной является - двухстадийная технология выращивания индеек с пересадкой поголовья в возрасте 6 недель, которая позволяет получить максимальный выход мяса с 1 м² площади пола, при использовании минимального количества птичников, задействованных в технологической цепочке, без снижения продуктивных показателей птицы.

Так, при технологии с пересадкой в 6 недель, по сравнению с обычной технологией, выход мяса с 1 м² площади пола увеличивается на 15,4 кг или 11,9%, а при технологии с пересадкой в 4 недели - на 9,1кг или 7,0 % (таблица 1).

Таблица 1 - Анализ исследования технологий откорма индейки

Варианты технологий выращивания индейки	Требуется птичников	Число оборотов пт./год	Выход мяса в живой массе с 1 м ² пола, кг	Типоразмер птичников, м	Общая площадь птичников, м ²
Без пересадки	8	2,36	129,6	18x108	15552
С пересадкой в 4 нед. возрасте	1 птичник- 0 – 4 нед.,	8, (6)	138,7	18x99	14418
	6 пт. - 5 - 20 нед.	2, (8)		18x117	
С пересадкой в 6 нед. возрасте	1 птичник- 0 - 6нед.,	6,5	145,0	21x125	13797
	4 пт. 6 - 20нед.	3,25		21x133	

Пересадка поголовья в возрасте 6 недель позволяет сформировать циклограмму движения поголовья с возрастом отправки самочек (в 16 недель) и самцов (в 20 недель) на убой в моменты оптимального соотношения среднесуточных приростов и конверсии корма.

Был разработан алгоритм для проектирования новой птицефабрики или перепрофилирования старой для выращивания индеек тяжелого кросса.

Сделано заключение:

- при проектировании новой птицефабрики с объемом производства мяса от 10 000 т/год наиболее экономически эффективным будет двухстадийное выращивание индейки с пересадкой поголовья в возрасте 6 недель;

- при проектировании новой птицефабрики с объемом производства мяса до 10 000 т/год наиболее экономически эффективным будет двухстадийное выращивание индейки с пересадкой поголовья в возрасте 4 недели;

- при проектировании новой птицефабрики, у которой имеются построенные ранее птичники, выбор откорма базируется на анализе возможности применения технологии с пересадкой, исходя из общего количества и типоразмеров птичников.

Разработанный алгоритм представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - Алгоритм для проектирования новой птицефабрики

Для разработки алгоритма проводили сравнительный анализ возможных циклограмм движения поголовья и применяемых технологических схем на действующих птицефабриках, из которых выбирали оптимальные варианты для птицефабрики разной мощности по критериям: максимальный выход мяса с площади пола и обеспечение равномерного выхода продукции на убой с последующей реализацией в торговой сети.

3.1.3 Технологическое обоснование по совершенствованию клеток для мясной птицы.

Проведенные исследования по оценке трудозатрат на выгрузку бройлеров из клеточных батарей, не имеющих ленточных помётоуборщиков,

приспособленных под транспортировку птицы, показали, что до 94% работ приходится на вынос бройлеров из здания и лишь остальное время - на выемку птицы из клеток с производительностью 1800 гол./чел.час, что соответствует уровню, позволяющему 2/4 операторам обеспечить загрузку стандартных убойных линий, перерабатывающих, соответственно, 3/6тыс.гол./час.

В современных клеточных батареях для выгрузки поголовья бройлеров приспособлены ленты пометоудаления на каждом ярусе. Выгрузка бройлеров всеми помётоуборщиками птичника тоже частично включает ручной труд по выемке нескольких тысяч полоков с постепенным смещением птицы на десятки конвейеров и поярусный сбор птицы коллекторными транспортёрами в торце птичника. Чтобы обеспечивать в этом варианте выгрузку 6000 голов птицы в час, на ручных работах задействованы 2-3 оператора, т.е. число работников, сопоставимое с ресурсосберегающей схемой. Но экономическая эффективность варианта с оптимизированным числом конвейеров и выдвижных полоков в птичнике бесспорна: терять 20-25% мощностей с исключением одного яруса в батареях из-за автоматической выгрузки птицы по каждому хозяйству и отрасли в целом – некорректно.

На основании сделанных расчетов, рекомендуется при проектировании новых клеточных батарей скорректировать конструкцию по принципу пропорциональности с адаптацией под транспорт птицы только 2-3 ленточных помётоуборщиков на нижних ярусах из 16 (24), упростив клетки (368-736 шт. подвижных полоков вместо 2944-4416 шт.) и увеличив на 25% число птицемест в них за счет увеличения батарей на 1 ярус. На основании сделанных расчетов и проведенных экспериментов критериальным показателем по глубине клетки для племенной птицы является кинетическая энергия яйца в пределах <47-50 мДж, ограничивающая длину яйцевыката – 0,65...0,7м, при которых минимизируются повреждения скорлупы.

3.1.4 Совершенствование системы нормированного кормления племенной птицы.

Использование несовершенной техники для лимитированного кормления в племенном птицеводстве является одной из причин снижения качественных характеристик выращиваемого поголовья (например, однородность стада ниже нормативного показателя и т.п.).

С целью исключения всех недостатков, выпускаемых «дозировующих» кормораздатчиков и, главное – для одновременного допуска всех особей в птичнике к выдаваемым дозам корма было разработано следующее устройство для режимного кормления племенной птицы.

Разработанная по материалам исследований и защищённая патентом РФ № 190923 система автоматического дозирования корма обеспечивает точное выполнение физиологически обоснованных по возрастам режимов лимитированного кормления племенной птицы. Происходит это за счёт дискретного набора порций комбикорма мерной ёмкостью, сочетаемого с применением устройства для перевода объёмной дозации в весовой эквивалент. При управлении процесса дозирования компьютером, по команде

которого набранные дозы кормосмеси одновременно во всех кормушках птичника сбрасываются из внутренних бункеров в их кормовые чаши, обеспечивается всем особям в птичнике одновременный доступ к корму. Например, для ремонтного молодняка мясных кур дозирование в диапазоне от 45 до 108 г/гол. в сутки.

3.1.5 Совершенствование алгоритмов расчёта и управления микроклиматом птичников

Перевод птичников на локальный обогрев воздухонагревателями вместо тепло обеспечения от центральных котельных через теплосети позволил резко снизить капитальные, эксплуатационные затраты на отопление и в итоге - удешевить продукцию. Новые системы микроклимата имеют ещё ряд достоинств – обеспечивают возможность применения утилизаторов тепла, обеззараживания воздуха внутри птичников и на вытяжке и др. Практика проведенных исследований и расчётов систем микроклимата птичников, выполнявшихся в течение ряда лет на многих птицеводческих предприятиях в различных климатических зонах РФ и результаты последующей эксплуатации этих систем дают основания для эффективного совершенствования как расчётных программ, так и структурно-конструкционной формы микроклиматического блока.

Надёжное обеспечение летнего воздухообмена затруднено в климатических зонах РФ с высокими максимумами наружных температур (39...43⁰С) тем, что допустимая температура воздуха внутри птичников не должна превышать 29⁰С для мясной птицы, но при этом вентиляционная система должна ещё и удалять тепловыделения птицы из помещения. Для стабильного удаления достаточно объёмных теплоизбытков температура притока должна быть ниже последней цифры не менее чем на 4...6⁰С, иначе производительность вентиляционной системы будет труднореализуемой, не эффективной – с экономически неприемлемыми затратами на вентиляцию. В регионах с низкой относительной влажностью воздуха можно применять все известные способы удаления теплоизбытков, но основных – два: «туннельный» режим работы вентиляционной системы и адиабатическое охлаждение воздуха – система «Pad Cooling» (PC). Каждый из вариантов может снижать температуру в пределах 7-8...10-12⁰С, но второй может работать только в условиях «сухого» наружного воздуха (относительная влажность до ~45...47%). В ходе проведения исследований было установлено, что температуру притока 39...43⁰С надо снижать до 25⁰С. Для этого надо задействовать «туннель» в сочетании с PC. Для теплого периода года был произведен расчёт диапазонов работоспособности систем охлаждения воздуха в периоды «теплопиков» 29-45⁰С дифференцированно с градацией по дневному пику среднемесячной относительной влажности воздуха наиболее тёплой 30-дневки до 60% (по относительной влажности наружного воздуха) - работает «туннельная» вентиляция с системой адиабатического охлаждения воздуха PC; 60-70% - «туннельная» вентиляция с системой PC или вместо последнего - вспомогательные средства (далее ВС); 70% и более -

«туннельная» вентиляция с системой + ВС (РС здесь неработоспособен, в этой зоне он функционирует с минимальным КПД). Результаты определения оптимальных диапазонов работоспособности систем охлаждения воздуха в зависимости от уровня относительной влажности наружного воздуха представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Диапазоны эффективной работы систем охлаждения воздуха

Варианты выбора	Уровень относительной влажности наружного воздуха, %		
	До 60	60-70	>70
Работа тоннельной вентиляции	+	+	+
Работа испарительной системы охлаждения (РС)	+	+/-	-
Использование вспомогательных средств*	+	+	+

*Примечание: Перечень ВС - выключение света с 12 до 17 ч. дня; покраска в светлые тона крыши птичников; кормовые добавки; адаптирующие птицу к повышенным температурам; вода в поилках с температурой 12-15°C; кормление ночью и пр.

Для исследования эффективности применения системы адиабатического охлаждения при помощи испарения воды, работающей совместно с тоннельной системой вентиляции, была проведена производственная апробация. Для птичника для содержания индюков родительского стада типоразмерами 17x48м нами была спроектирована система тоннельной вентиляции и охлаждения. Для контроля использовали птичник аналогичного назначения и типоразмеров, не оборудованный данной системой охлаждения. Результаты исследования представлены в таблице 3. Исследования проводили в летний период, в течении самых жарких месяцев – июль-август.

Таблица 3 - Результаты производственной апробации

Показатели	Контроль	Опыт
Поголовье индюков родительского стада, гол.	3005	3002
Поголовье индюков родительского стада, гол.	2464	2996
Сохранность, %	82	99,8

Как видно из таблицы, в контрольном птичнике наблюдался массовый падеж поголовья в результате теплового стресса, т.к. температура в зале существенно превысила максимально допустимые нормативные показатели (на 11-12°C).

Смысл алгоритма «кинематического» управления приточными клапанами в морозы состоит в сокращении времени пребывания клапана в одном положении и минимизации площади соприкосновения клапана с рамкой обрамления. Выполнение этих условий исключает примерзания

клапана. При этом обязательно через клапаны надо пропускать физиологически обоснованный для имеющегося поголовья объём воздуха, а щель в клапане и положение клапана должны быть такими, чтобы свежий воздух струями из клапана забрасывался под потолок до центра здания, где собираются тёплые воздушные массы. Это исключает попадания холодного воздуха сразу в зону размещения поголовья. Туда он будет перемещаться, постепенно нагреваясь и смешиваясь с теплым воздухом помещения. Экспериментально разработан и опробован на производстве алгоритм работы сервоприводов открытия/закрытия приточных клапанов (таблица 4).

Таблица 4 - Режимы динамического позиционирования приточных клапанов

N п/п	Положение клапана, сек.		Щель по верху клапана, см	Скорость воздуха в клапане, м/сек.	Примерзания клапана
	открытое	закрытое			
1	60	240	8,0	9,3	Есть
2	120	180	5,5	6,7	Нет
3	180	120	5,0	5,0	Нет
4	240	60	4,5	4,8	Нет

Результат настройки потока воздуха рекомендуется проверять при помощи теста дымогенератором, который наглядно показывает формирование воздушной струи из клапана и её распределение в зале.

3.1.6 Обеззараживание воздуха воздухонагревателем газовым

В ходе проведения исследований по изучению возможности использования воздухонагревателей (далее ВНГ) прямого нагрева при выращивании цыплят-бройлеров было установлено, что помимо основной функции нагрева воздуха они выполняют функцию активного термообеззараживания воздушной среды в птичнике. Для подтверждения этого факта был проведен эксперимент по замерам повозрастного уровня обсеменённости воздуха в опытном птичнике, оборудованном ВНГ прямого нагрева и контрольном - с рекуперативными обогревателями модели ТГ-2,5.

Повышенное давление в типовом птичнике типоразмерами 96x18м в стартовый период рационально обеспечивает комплект ВНГ, в котором 2-3 нагревателя работают совместно с радиальными вентиляторами, обеспечивающими приток свежего воздуха. Так как живая масса птицы и, соответственно, аэрация в стартовый период выращивания относительно невелики, а воздухопроизводительность вентиляционной системы одного ВНГ соизмерима с объёмами птичника, то 4-6 воздухонагревателей вполне обеспечат бактерицидную обработку заменяемого воздуха в полном объёме. Результаты исследований представлены в таблице 5.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что поддержание положительного давления воздуха в птичнике и бактерицидное действие горелок ВНГ позволяют стабильно поддерживать в помещении в течение 3

недель достоверно ($P > 0,95$) более низкий уровень обсеменённости воздушной среды (14117 ± 2133 тыс. микробных тел) по сравнению с рекуперативным её нагревом (контроль - 21246 ± 1935 тыс. микр. тел) и вдвое меньший допустимого предела (ПДК - до 30000 микробных тел), что улучшает условия содержания птицы и её сохранность.

Таблица 5 - Эффективность работы ВНГ по термообеззараживанию воздуха

Варианты технологий	Число микробных тел в 1 м^3 воздуха птичника, тыс. микробных тел.				Падёж, %
	1 неделя	3 неделя	5 неделя	7 неделя	
Обеззараживание воздуха ВНГ	5413 ± 960	14117 ± 2460	20110 ± 2133	25408 ± 6193	2,45
ТГ2,5-рекуперационный нагрев	9216 ± 1611	21246 ± 1935	30861 ± 4108	37522 ± 5306	5,04
ПДК обсеменённости воздуха	1-4 недели до 30 тыс. микробов в 1 м^3 воздуха в птичнике		5...9 недель – до 50 тыс. микробных тел в 1 м^3 воздуха		

3.2 Ресурсосберегающие процессы, удешевляющие выращивание птицы

3.2.1 Утилизация тепла из отработанного воздуха птичников с применением теплоутилизаторов

Вытяжные вентиляционные системы только бройлерных фабрик страны выбрасывают из птичников за отопительный сезон более трети миллиарда Гкал. Тем не менее примеров массового использования серийных утилизаторов тепла на птичниках пока нет. Причина в том, что вся эта техника не учитывает специфики производства, где 6-7 раз в году все утилизаторы на тысячах птичников должны обеспечивать быстрый малозатратный доступ для проведения качественных санаций по всей площади теплообменных поверхностей. В проведенном в ЗАО ПФ «Череповецкий бройлер» исследовании был изготовлен и испытан опытный образец теплоутилизатора (далее ТУ), отвечающий названным требованиям и выполнены необходимые расчёты. В расчётах была определена полная энергоёмкость вытяжного потока воздуха:

$$Q_{\text{то}} = G \cdot C_p \cdot \Delta T = 36500 \cdot 0,24 \cdot 1,217 \cdot 20 = 213218 \text{ ккал/ч (248 кВт)}.$$

При КПД ТУ:

$$E = (T_2'' - T_2') / (T_1' - T_2') = (0 - (-15)) / (20 - (-15)) = 15 / 35 = 0,43 \text{ (43\%)}$$

при снижении теплоёмкости вытяжной системы до:

$$Q = (213218 / 20) \cdot (20 - 5) = 159914 \cdot 0,428 = 68443 \text{ ккал/ч (79585 Вт)}$$

При этом необходимая площадь теплообменной поверхности составляет:

$$F = Q / k \cdot dT = 79585 / 50 \cdot \{(20 - (-15))/2\} = 90,9 \text{ м}^2.$$

Расчет эффективности использования ТУ приведен в таблице 6.

Таблица 6 - Расчет КПД для теплоутилизатора

№	Наименование	Единицы измерения	Показатели
1	Температура наиболее холодной 5-дневки / абсолютного минимума / среднезимняя	°С	-38-33 / -47 / -7
2	Расчетная температура приточного воздуха, до ТУ / получаемого из ТУ	°С	- 15 / 0
3	Расчетная температура воздуха, удаляемого из помещения	°С	+20
4	Коэффициент эффективности выбранного ТУ (температурный КПД)	Относительные единицы (%)	0,43 (43,0)
5	Расход приточного воздуха	Тыс. м ³ /ч	1,0-40,0
6	Цена тепловой энергии (Гкал) / электроэнергии (кВт*ч)	Руб.	1000,0 /5,0
7	Расход тепла за зимний период на нагрев приточного воздуха без ТУ	Гкал	411,0
8	Расход тепла на циклы откорма зимой для подогрева притока с ТУ	Гкал	233,0
9	Экономия тепла за зиму с ТУ	Гкал	178,0
10	Экономия финансовых средств с ТУ при подогреве притока калорифером	Руб.	178000,0

Теплоутилизатор рассмотренной конструкции (созработчики Минаев В.И., Мохов В.В. и др.) в качестве «пилотной» модели тестировался в одном птичнике этого хозяйства, где установка показала расчётную теплоэффективность: при температуре наружного воздуха минус 15⁰С на калорифер догрева подавался воздушный поток со средней температурой 0⁰С, при этом строительство такого оригинального ТУ при затратах в 147...223 тыс. руб. в зависимости от типоразмера птичника было быстро окупаемым - срок окупаемости ТУ в типовом птичнике составлял 96*12*3 м - 147/178 = 0,83 года. Это позволило хозяйству, используя лишь средства, отчисляемые на амортизацию оборудования, за несколько лет реконструировать отопительно-вентиляционные системы птичников под ТУ и утилизировать тепло на 81% птичников ЗАО ПФ «Череповецкий бройлер» (43 здания).

Масштабное переоборудование дало возможность хозяйству существенно снизить годовой расход тепла (59 вместо 87 тыс. Гкал) в сравнении с бройлерными фабриками сопоставимой мощности (13,5-15 тыс. тонн мяса/год), расположенными в аналогичной климатической зоне РФ. По результатам замеров был рассчитан реальный КПД теплоутилизатора, его «возвратная» тепловая мощность, произведен расчет теплового баланса и вычислена тепловая мощность для системы отопления с обогревателями прямого нагрева, сделан расчет их расхода газа на отопление в сравнении с птичником без использования теплоутилизатора. Результаты испытаний представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Эффективность работы птичника с теплоутилизатором

Расчеты и полученные результаты	Без теплоутилизатора	С теплоутилизатором
Расчетная мощность системы отопления, по тепловому балансу, кВт	545	210
Выбранное количество и марка теплогенераторов, шт.	6 шт. – ДжетМастер GP95	6 шт. – ДжетМастер GP40
Общая установленная мощность, кВт	570	240
Общий расход газа на отопление за год на птичник, м ³ /год	204 984	94 608
Экономия расхода газа в год на птичник, %		53,85%

3.2.2 Обогрев птицепоголовья промышленными линейными газовыми инфракрасными (ИК) обогревателями

Большинство ПХ России оснащены газовым сетями, а при строительстве новых предприятий встает закономерный вопрос отопления птичников. Наиболее актуально – это с позиций применения новых газовых средств обогрева. В них в разы меньшая, против электричества в лампах, цена выработанной Гкал, на порядок больший срок службы у труб и лучшая технологичность. Было изучено рациональное расчётное размещение системы ИК-обогрева птицы и обогрева подстилочного материала. В расчётах была использована оригинальная методика выбора мощности ИК-обогревателей по теплу, необходимому в наиболее холодную 5-дневку для обогрева птицы и пола здания с учётом его теплопотерь и подстиочно-помётной массы с её подсушкой - $M_{вл} = M_{общ} * (W_{0,75} - W_{0,25})$. Потребные мощности ВНГ находили по общепринятой методике - по теплу подогрева притока $Q_{пр} = V_{CO_2} * K * G * (T_{в} - T_{н})$, с учётом тепловыделений птицы и теплопотерь через стены и перекрытия здания по уравнению теплового баланса - $Q_{ВНГ} = Q_{прит} + Q_{огр} - Q_{пт}$.

Окупаемость системы обогрева с 4-мя ИК-облучателями составляет - 1,18 года $[0,74 / (1,667 - 1,040) = 1,18]$. При подобных темпах возврата вложений в животноводстве такие проекты относятся к быстроокупаемым.

Сравнительная технико-экономическая оценка эффективности применения в условиях типового птичника для выращивания индейки приведена в таблице 8.

Высокая экономичность новой системы обогрева (0,541 млн. руб. в год на птичник) связана с заменой более дорогого электричества на газ, но, главное, при ИК-облучении/обогреве идет более эффективная передача тепла на тела птицы, подстилки, помета. Долей этой теплоэнергии компенсируются теплопотери пола, а отражённая часть идёт на подогрев слоя воздуха, примыкающего к подстилке, обеспечивая нужный температурный фон для

поголовья. Всё это позволяет подогревать воздух в птичнике выше зоны размещения поголовья индейки до значительно меньших температур (+14...160С), чем рекомендуется при общезальном обогреве (например, на финише откорма +200С), что существенно экономит тепло, снижая текущие затраты, и улучшает условия работы персонала.

Таблица 8 - Расчет эффективности применения ИК-обогревателей

Статьи затрат на оборудование и энергоносители	Капитальные затраты, млн.руб.	Текущие затраты, млн.руб.
Комплект электробрудеров БП-1Б (46 брудеров)	0,754	
Электроэнергия за год для БП-1Б		0,621
Шесть ВГ-0,07 (контроль) / четыре ГП95 (опыт)	0,48 / 0,32	
Газ за год для, контроль / опыт		1,046 / 0,697
ИК-обогреватели ВДНЕ36, 4(5) обогревателей	0,42(0,525)	
Газ за год для ВДНЕ36		0,343
Итого: БП-1Б + ВГ-0,07 / ВДНЕ36 + ГП95	1,234/0,74(0,845)	1,667/1,04

С ИК-отопителями исключаются многократные регулировки локальных излучателей по высоте. Методика расчёта мощности ИК-обогревателей по 3-м параметрам (обогрев пола с подстилкой, птицы и компенсация теплопотерь) успешно применялась при аналогичном переоборудовании систем отопления в разных климатических зонах РФ, в том числе для индюшат в ЗАО «Краснобор» и в ГК «ДАМАТЕ». Сравнительный анализ применения в системе отопления промышленных линейных ИК-обогревателей с системой отопления обогревателями прямого нагрева приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Эффективность применения линейных ИК-обогревателей

Показатель	Контроль	Опыт
Количество обогревателей, шт.	6 шт. – ДжетМастер70	6 шт. - ВН30СТ
Установленная мощность, кВт	420	180
Расход газа за тур откорма, м ³	91930	73544
Поголовье самцов при посадке, гол.	5220	5224
Поголовье самцов на убой, гол.	5014	5023
Сохранность за тур откорма, %	96,05	96,15
Средняя живая масса в 20 нед., кг	19,76	19,81

Экономия газа за 1 тур выращивания индеек составляет 20%. Скорость прогрева зала перед посадкой (температура на улице минус 15 °С): контроль – за 40 часов, опыт - за 8 часов.

3.2.3 Тепловизионный мониторинг птичников, как основа проверки и своевременного восстановления качества термоизоляции для сокращения потерь тепла

В ходе проведения исследований было установлено, что на полу под включёнными ИК-обогревателями для разогрева здания перед посадкой птицы, при прогреве птичника были отмечены разноцветные концентрические кольца, где уровни температур показывали высокую неравномерность температурного поля в зонах обогрева. При помощи тепловизора была осуществлена проверка для настройки работы (циклов включения/выключения и размещения теплоотражательных пластин под корпусом излучателя) для новых газовых радиационно-конвективных комплектов ИК-обогрева птичников.

Не менее значима роль тепловизора - как тестера, оценивающего качество теплоизоляции. Синей полосой на термограмме отмечаются зоны утечки тепла, которые потом определяются как подлежащие термоизолированию. Общая площадь поверхностей цоколя с плохой термоизоляцией на исследуемом птичнике составила 105 м². В таблице 10 приведены итоговые показатели технико-экономической оценки теплозащиты ограждений рассматриваемого птичника и расчет работ по дополнительному термоизолированию проблемных участков ограждающих поверхностей птичника.

Таблица 10 - Экономическая эффективность от сокращения теплопотерь

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	Значения показателей
1	Потери тепла за отопительный сезон в местах ослабленной теплоизоляции птичника	Гкал	24,462
2	Убытки из-за недостаточной термоизоляции по 1/35 птичникам	тыс. руб.	30,6/1071,9
3	Затраты на ремонт теплоизоляции 1 птичника	тыс. руб.	49,875
4	Срок окупаемости ремонтных затрат	лет	1,63

Восстанавливая теплоизоляцию каждого птичника, ПХ защищает атмосферу от «тепловыбросов» (позиция Киотского протокола, 12.1997 г.) и дополнительно, за счёт снижения теплопотерь, удешевляет себестоимость птицепродукции. Как показал выполненный технико-экономический анализ (сделаны термограммы по 44 корпусам в 2 птицеводствах Тульской и Пензенской обл.), существенно снижать теплопотери ограждений вполне доступно для любого ПХ с внедрением обязательного тепловизионного мониторинга за состоянием и старением теплоизоляции всех птичников предприятия. Результаты ТВ-контроля позволяют оптимально планировать сроки и объёмы регулярно выполняемых ремонтов. Доступность обеспечивается приемлемой ценой материалов (изоционат, полиол), техники

(производительность 5...11 кг/мин) для нанесения слоя пенополиуретана (например, толщиной 30 мм закрытоячеистого ППУ плотностью до 33 кг/м³), при этом даже с работой наёмных специалистов, ремонт теплоизоляции птичника окупается за 1,63 года, хозяйственный способ - в 1,5 раза дешевле и окупается за год, все работы при этом идут в профилактические перерывы, без остановки цехов.

3.2.4 Исследование вариантов оптимального размещения светодиодного освещения (СД)

При проведении испытаний новых светильников оценивались возможности наиболее рационального использования особенностей СД-ламп в условиях напольных технологий. Поскольку по закону передачи энергии излучением его интенсивность падает обратно пропорционально квадрату расстояния от источника, а нормативная освещенность (до 25 лк) должна обеспечиваться на линиях поения и раздачи корма, то наименьший расход электроэнергии на освещение будет при максимально возможном приближении СД-ламп к поилкам и кормушкам. Это требует создания своеобразного варианта локального освещения для напольных технологий. Результаты экспериментов представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Экономическая эффективности от рационального размещения линий освещения

Показатели	Контроль	Опыт. группа №1	Опыт. группа №2
	Высота от пола до светильника, м		
	3,0	3,0	2,5
Поголовье, гол.			
1 дн.	33009	33001	33005
4 нед.	32020	32008	32014
9 нед.	15673	15682	15676
Сред.живая масса ♀ и ♂ в 4 нед., г.	1116	1118	1115
Живая масса ♂ в 9 нед., г.	5925	5931	5892
Сохранность за 9 нед., %	94,96	95,04	94,99
Кол-во светильников, шт.	150	120	105
Кол-во линий освещения, шт.	5	3	3
Уст. электр. мощность, кВт.	1,82	1,46	1,28
Расход эл.энергии за 9нед., кВт*ч	1849	1483	1301

Было установлено, что для надёжного обеспечения заданного уровня нормативной освещённости кормушек и поилок целесообразно размещать СД-светильники непосредственно над линиями кормления и поения птицы в типовых птичниках, соответственно, 12; 18; 21 и 24-метровой ширины здания.

Снижение энергозатрат за счёт установки осветительной СД-системы на пониженной высоте, достаточной для проезда помётоуборщика типа «БобКэТ» моделей МКСМ-800 и обеспечения равномерного освещения по ширине птичника – на высоту до 2,8-3,0 м вместо 3,5-4,5 м существенные, мощность осветительной сети может быть ощутимо снижена, за счет снижения количества светильников и их установленной мощности.

Проведенные эксперименты и внедрение на базе ГК ДАМАТЕ – ООО «ПензаМолИнвест» (более 200 птичников) показали, что обеспечение нормируемого уровня освещенности – только вдоль линий кормления, а не по всей площади пола птичника позволяют экономить до 20 % расходов на затраты электроэнергии и до 18% на стоимости оборудования, без снижения продуктивных показателей поголовья.

3.2.5 Снижение затрат птицефабрики на электроэнергию в зависимости от способа ее получения

Рядом регламентирующих документов (ФЗ-35, Постановлениями Правительства РФ №643 от 24.10.2003г. и др.) с реорганизацией РАО «ЕЭС России» планировалось внедрить рыночные механизмы для удешевления кВт*ч для потребителя:

- а) внедрением автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учёта электроэнергии (АИИСКУЭ) с многотарифно-зонными уровнями оплат;
- б) выходом потребителя на оптовый рынок электроэнергии и мощностей (ОРЭМ);
- в) выбором-сменой гарантирующего поставщика;
- г) переходом потребителя на приём электроэнергии по более высокому напряжению,
- д) получением потребителем альтернативной электроэнергии.

Анализ свидетельствует о том, что вариант «б» недоступен, поскольку все ПХ не соответствуют условиям оптового рынка по требованиям к подстанциям (мощность > 750 кВА) и общей мощности энергосистемы хозяйства (> 20 МВт). По вариантам «в» и «г» - предельно маловероятна их реализация, поскольку это снизит прибыли ближайших производителей электроэнергии и сетевых структур, в компетенции которых влияние на внедрение. Вариант «а» неэффективен для самих ПХ, учитывая их специфику, где в «льготные» ночные часы из мощных токоприёмников работает лишь вентиляция птичников и инкубатория (25-35%) и потому нет выгоды получать дешёвый кВт/ч ночью на малой нагрузке, чтобы иметь повышенную оплату для большей части мощностей днём, тем более, что при этом надо учесть расходы на создание и эксплуатацию затратной АИИСКУЭ. С учётом изложенного, был выполнен опыт по варианту «д» (рисунок 3) - с получением на ЗАО ПФ «Череповецкий бройлер» электричества, альтернативного сети, для снижения его себестоимости.

В РФ 68% электростанций работают на ископаемом топливе и большинство из них – на газе. Теплотворность сетевого газа по ГОСТу 5542-2014 -7600 (минимум), в среднем расчётная ~8000 ккал/м³, эквивалентная 8000/860= 9,3 кВт*ч. На практике кВт*ч будет меньше из-за многозвенной на электростанции технологии их выработки - доставки (рисунок 3, схема А), где у каждого из 9 звеньев свой КПД, а у сетевых участков – свои надбавки к цене за доставку.

В проведенном исследовании в ЗАО ПФ «Череповецкий бройлер» оценивалась выработка электроэнергии мини-электростанции (МЭС) по схеме Б (рисунок 3) с 2-мя элементами, используя «свободную мощность» котла ДКВР-10-13 с подключением к нему изготовленного по проведенным расчётам - блока турбина-генератор.

Как показал опыт и дальнейшая эксплуатация этой МЭС (2005-2010 гг.), более высокий общий КПД системы снижением с 9 до 2 блоков в её структуре позволялкратно увеличивать выработку электроэнергии в расчёте 1 кВт*ч и получать по цене в 2,6-3,2 раза меньше сетевой, в т.ч. исключением оплат за доставку.

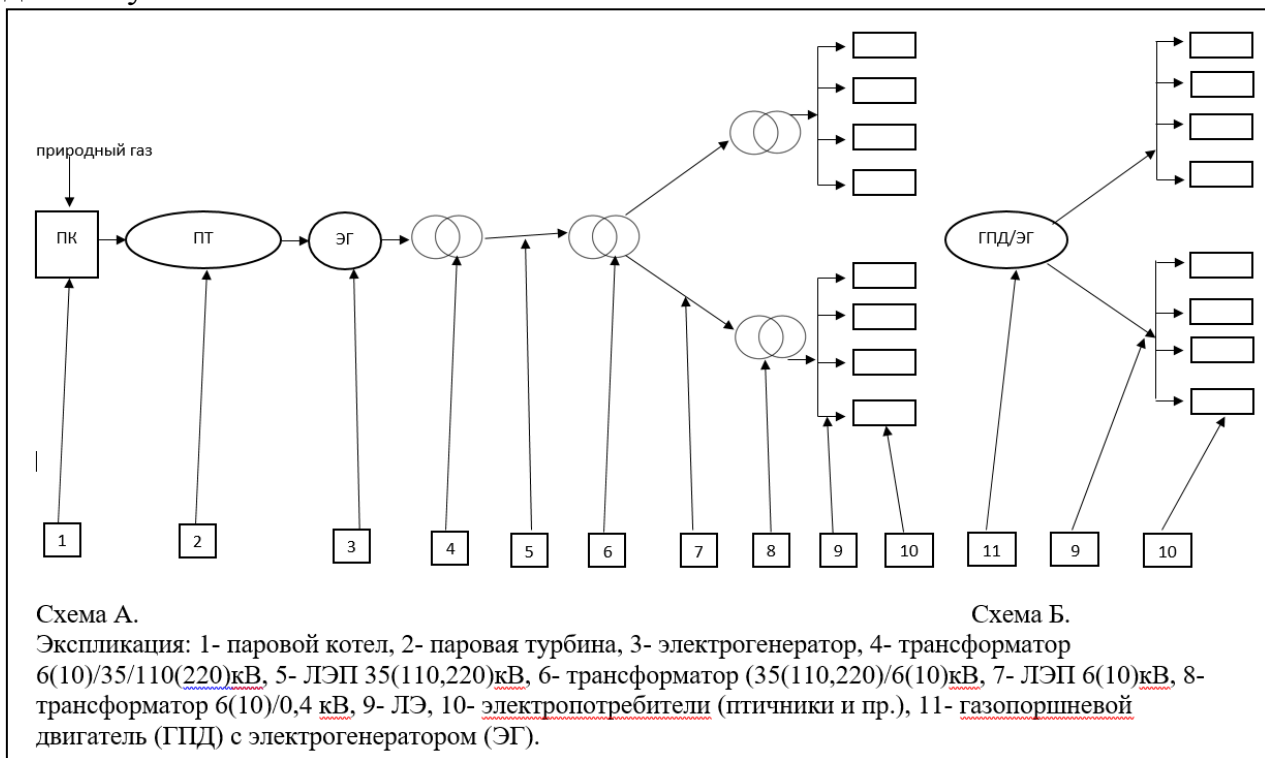


Рисунок 3 - Варианты схем электроснабжения птицефабрик

В РФ в настоящее время освоен выпуск мини-электростанций с ГПД на газе - ЭГП100К, ЭГП200К, ЭГП315К (средний срок окупаемости 2,2 года) и пр.

Варианты применения МЭС представлены в таблице 12.

Их применение легитимизовано ГОСТ Р 55006-2012 с использованием газа, сырой нефти и др. топливе. Подобные МЭС с ГПД позднее успешно внедрены на ООО «Птицефабрика Среднеуральская», АО «Птицефабрика Роскар».

Таблица 12 - Расчет эффективности применения МЭС

Учетные показатели	Модели электростанций		
	ЭГП100К	ЭГП200К	ЭГП315К
Стоимость ЭГП (базовая комплектация (тыс. руб.))	2554,18	3776,82	5309,19
Общие капзатраты с локальными сетями (тыс. руб.)	3509,26	4731,90	6264,27
Расходы на эксплуатацию ЭГП (тыс. руб.)	1370,68	2056,51	2863,52
Годовая выработка собственной электроэнергии (кВт*ч)	670140	1340280	2110000
Стоимость годового объема собственной электроэнергии (тыс. руб.)	2345,49	4690,98	7388,29
Себестоимость собственной электроэнергии (руб/кВт*ч)	2,046	1,534	1,357
Срок окупаемости МЭС (лет)	3,65	1,80	1,38

По итогам опыта и работы МЭС можно констатировать:

а) из всех оцениваемых способов - наиболее эффективно снизить затраты на электроэнергию ПХ можно выработкой на газе части (35-45%) потребного её объема, с ценой кВт*ч до 3-х раз меньшей стоимости сетевого электричества, за счёт более высокого КПД, чем на электростанциях;

б) с учётом результатов опыта, в МЭС вместо котла с турбиной рационально применять газо-поршневые двигатели – ГПД, у них выше КПД, ресурс (60-80т.ч).

3.2.6 Мониторинг и управление технологией, сырьевыми и товарными потоками на птицефабрике

Цифровизированный контроль важен для управления ПХ в целом, но первоочередным в этом процессе, безусловно, является управление выращиванием птицы. Этого пока отрасль не имеет, потому что в тысячах птичниках по стране нет, например, круглосуточного приборного контроля прироста, поедаемости корма и др. Для отработки управления технологией по приборному контролю на ООО ПФ «Русско-Высоцкая» было проведено исследование. Для этого в контрольном птичнике был приборный контроль микроклимата (включая освещенность) и расхода воды, в опытном - помимо всего этого – круглосуточная регистрация прироста живой массы птицы и поедаемости корма. Показатели опыта приведены в таблице 13.

Данные опыта и контроля показали, что в сравниваемых вариантах с сопоставимой сохранностью (средние: 96,1% - опыт, 95,9% - контроль), усреднённая по партиям живая масса опытной птицы имеет тенденцию превышения аналогичного показателя перед контролем (2043 и 2011 г) и то же - по лучшей конверсии корма (1,81 и 1,83). Достоверно различие ($p = <0,05$)

только по живой массе третьих партий – 2133±23,9 и 2064±23,8 г. Это вполне закономерно, потому что упущения в технологии до «ущербного» уровня происходят не при каждом выращивании - в рассматриваемом опыте такая ситуация сложилась лишь в одной из трёх партий. При мониторинге такие «упущения», в принципе, исключены.

Таблица 13 - Экономическая эффективность от использования системы диспетчеризации

Наименования показателей	Контроль по партиям			Опыт по партиям		
	1	2	3	1	2	3
Поголовье, гол	32970	33281	33247	33350	33039	33212
Средняя живая масса, (±m), г	1923 ±20,7	2047 ±23,4	2064 ±23,8	1962 ±20,3	2041 ±22,6	2133 ±24,9
Конверсия корма, кг/кг	1,83	1,84	1,82	1,82	1,80	1,82
Сохранность,%	95,4	96,3	96,1	96,5	95,6	96,2

Дело в том, что технолог, имея ежедневную информацию за прошедшие сутки по динамике расхода корма, воды, их соотношений, показателей микроклимата, прироста живой массы птицы в случае начала отклонений этих показателей от норм, имел возможность превентивно принимать своевременное решение, не допускающее развития выявленной тенденции. В этом и в уходе от ручного взвешивания птицы заключена основная ценность приборного мониторинга. Сама система уже в рассмотренном виде быстро окупаема. Даже если принять в расчет разницу по конверсии корма только в 0,01кг/кг (вдвое меньшую, чем в опыте-контроле 91,83-91,81 = 0,02), то система мониторинга на птичнике окупается менее, чем за 2 года. Она имеет варианты трансформации - технической: центральный компьютер ПХ с микропроцессорами в птичниках, датчиками давления, загазованности, веб-камерой, разработанными нами - малозатратными весовыми дозаторами для линий кормления и пр. Всё это с расширением функций системы мониторинга обеспечивает возможности управления работой ПХ в целом – помимо технологии всеми сырьевыми и товарными потоками, ведением системы бухгалтерского учёта (с быстрой месячной, годовой отчетностью). По результатам применения системы диспетчеризации для Русско-Высоцкой птицефабрики была спроектирована и внедрена система цифрового мониторинга для птичников выращивания индейки ГК ДАМАТЕ – ООО «ПензаМолИнвест», охватывающая более 550 птичников. Система позволила усовершенствовать сбор информации о продуктивности поголовья и получение сигналов о срабатываниях аварийной сигнализации из каждого птичника, оптимизировать логистику поставок в птичники подстилочного материала, суточного молодняка и комбикормов, вывоз поголовья на убой и помета с подстилкой в помехохранилища.

3.3 Природоохранные меры, повышающие экозащитный уровень технологий выращивания птицы

3.3.1 Дезодорация соковых паров из вакуум-варочных котлов при утилизации отходов убоя птицы

Птицеводства с годовым производством 12 тыс. т мяса птицы перерабатывают в дни убоя на кормовую муку 6,3 т боенских отходов в вакуум-варочных котлах (КВМ-4,6 А, Ж4-ФПА и т.п.), каждый из которых выбрасывает в атмосферу до 0,5 т/ч (847 м³/ч) «соковых» паров с вредными дурно-пахнущими веществами - меркаптанами. В разных концентрациях это тиолы (СН₄S, С₂Н₆S, С₂Н₆OS, С₂Н₄O₂S, С₃Н₆O₂S, С₉Н₁₅NO₃S), а также альдегиды, кетоны, амины, фенолы и пр. Постановлением Главного санитарного врача РФ №25 от 13.02.2018 г. и ФЗ-52 от 13.03.1999 г. утверждены «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», в которых три первые меркаптана отнесены ко 2 классу – высоко опасным (ПДК 0,8-1,0 мг/м³), а остальные к 1 классу – чрезвычайно опасным газам (ПДК 0,02-0,1 мг/м³). Жёсткие ограничения здесь связаны с тем, что воздействие этих газов может вызывать ряд заболеваний – от головной боли, аллергий до параличей и нарушений центральной нервной системы. Специфический запах утильцега (3-4 указанных котла за смену переработают 6,3 т, в т.ч. перо по спец. режиму) с подветренной стороны от ПХ ощущается до километра, с учётом изменения направлений по «розе ветров» в течение года- в диаметре 2 км. Экология и СанПиН требуют выполнения норм по ПДК загрязнения воздуха, поэтому кардинально решить вопрос может конденсация пара.

В этой связи на ООО ПФ «Русско-Высоцкая» нами были выполнены расчеты и проведены исследования по процессу утилизации «соковых» паров из-за особой актуальности вопроса дезодорации воздуха у хозяйства, размещённого у городской черты С.-Петербурга. В расчётах определяли:

а) объём тепла, отбираемого у пара водой

$$Q = G_{\text{п}} * h = 503 \text{ кг/ч} * 134,1 \text{ ккал/кг} = 67452 \text{ ккал/ч} / 860 = 78,4 \text{ кВт},$$

где: Q – тепло конденсации и охлаждения конденсата, ккал/ч (кВт), G_п – часовой расход пара, кг/ч, h – удельная энтальпия насыщенного пара, ккал/кг;

б) теплообменную площадь конденсатора

$$F = Q / K_{\text{тп}} * \Delta t_{\text{ср}} = 78400 / (800 * 64) = 1,53 \text{ м}^2$$

$$\text{при } \Delta t_{\text{ср}} = (\Delta t_0 - \Delta t_{\text{м}}) / \ln (\Delta t_0 / \Delta t_{\text{м}}) = (76 - 53) / \ln(76/53) = 63,9 \sim 64 \text{ } ^\circ\text{C}$$

и для надёжности, при минимальном K_{тп}=800 ккал/(кг*ч*°C). С учётом t_{в.нач}=8 °C вода будет нагреваться до 72 °C (64+8=72). До этих температур конденсатор легко нагреет нужное количество воды (67452/64=1053кг/ч) для высоконапорной очистительно-моечной машины (850кг/ч, 70 атм., 60°C), что окупит за счет исключения затрат на нагрев санационной воды (1152 тыс. руб.) все расходы на сам конденсатор (до 46,0 тыс. руб., например, модель ТТМ67/108-10,0/1,6 и т.п.) и утилизацию сконденсированных вредных газов (121 тыс. руб.) за 0,45 года. В данном случае ПХ имело теплообменник с нужными параметрами, который был установлен в утильцехе, после чего с

участием специалистов районной СЭС была дана органолептическая оценка системы дезодорации воздуха. Её результаты показали, что с подветренной стороны за санитарной зоной фабрики, у её забора и преимущественно на территории хозяйства оригинальный (с меркаптанами) запах «сокового» пара не был выявлен. Исключением по последнему месту оценки был лишь участок территории, окружающей утильцех, где был отмечен запах слабого уровня интенсивности и в самом помещении этого подразделения были зафиксированы зоны его слабой (25%) и средней (50%) интенсивности. Итоговая оценка опыта с конденсацией «соковых» паров (таблица 14) позволяют сделать вывод о том, что установка конденсации газовых дурно пахнущих загрязнителей воздуха и сброса конденсата в стоки позволяет исключить эти запахи: практически за стенами утильцеха и на территории ПХ, гарантированно за её пределами в санитарной зоне и, что важно, в населённых пунктах за этой зоной.

Таблица 14 - Результаты проверки эффективности использования конденсатора

Места оценки запахов (с подветренной стороны от утильцеха):	Оценки четырьмя экспертами интенсивности запахов в баллах*			
	Запаха нет- 0	Слабый запах- 1(балл)	Запах средней интенсивности -2	Сильный запах-3
В утильцехе	0	1, 1	2	-
Снаружи у/цеха	0, 0, 0	1	-	-
За забором ПФ	0, 0, 0, 0	-	-	-
В 0,3 км от ПФ	0, 0, 0, 0	-	-	-

Воздух внутри утильцеха со слабым запахом является следствием утечек в затворных устройствах котлов, что устраняется их герметизацией, а также чёткой реализацией аэрационного режима помещения и нормальной работы локальных вытяжек над котлами.

3.3.2 Дезодорация воздушной среды в зоне помётохранилища

При строительстве каждого ПХ обязательным подразделением, в его структуре, является помётохранилище, которое предназначается для сбора, хранения и утилизации помёта с выработкой, например, биоудобрений (цикл 1,5-3 месяца). Помимо биологического и химического загрязнения природы, эти цеха во всех регионах страны ещё и круглогодично выбрасывают в атмосферу вещества с неприятными запахами, в т.ч. и вблизи крупных мегаполисов.

С участием специалистов ООО ПФ «Русско-Высоцкая» был оценен один из вариантов дезодорации газовых выделений помётохранилища этой птицефабрики. Метод основывался на известных промышленных технологиях получения карбоната аммония (используемого в пищевом, фармацевтике и

т.д.) - взаимодействием газообразных NH_3 , CO_2 и воды или же пропусканием углекислоты через аммиачную воду: $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Чтобы сделать этот процесс необратимым (хотя карбонат аммония разлагается лишь при 60°C), целесообразно дополнить его другими реакциями, где в качестве реагентов подбираются соответствующие минерального удобрения, которыми дополняют компосты. Одним из вариантов может быть фосфогипс (CaSO_4 , CaO , SO_3 , P_2O_5 , F , Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3). Поскольку более 80% фосфогипса составляет сульфат кальция, то в реакции с карбонатом аммония это даёт сразу два устойчивых известных удобрения - аммофоску и известняк: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4 > (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3\downarrow$. Другая составляющая фосфогипса - оксид фосфора - также способна связывать аммиак: $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, а карбонат кальция - углекислоту: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} > \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Все реакции протекают при температурах, близких к тем, при которых идёт процесс переработки помёта на разных стадиях его компостирования ($32-60^\circ\text{C}$), это как раз та температура, при которой карбонат аммония вырабатывают на заводах.

Тестовые испытания ранее были проведены с фосфогипсом в одном из птицеводств (ПХ «Орельское» на Украине), которые подтвердили действенность данного способа. Фосфогипс был выбран потому, что его запасы, как побочного продукта на предприятиях, производивших удобрения, фосфорную кислоту и т.п., нарабатаны на 10 заводах в г. Воскресенск, Невинномысск и др. Он предельно дешёв, и затраты – лишь на его доставку. Наиболее рациональный механизированный вариант нанесения дезодоранта на поверхность бурта с пометом ($2-3 \text{ кг/м}^2$) - использование серийных зернометателей типа ЗМС-60 и т.п.

Результаты эксперимента представлены в таблице 15.

Таблица 15 - Результаты использования дезодоратора – фосфогипса

Места оценки запахов (с подветренной стороны от утильцега)	Баллы четырех экспертов по интенсивности запахов *			
	Запаха нет - 0	Слабый запах - 1	Запах средней интенсивности - 2	Сильный запах - 3
Рабочий бурт помёта	-	-	2, 2	3, 3
У буртов с фосфогипсом	0	1, 1	2	-
В других цехах ПХ	0, 0	1, 1	-	-
За забором ПХ	0, 0, 0,	1	-	-
В 0,3 км от ПХ	0, 0, 0, 0	-	-	-

Результаты опыта по органолептической оценке, уровня специфического запаха в воздухе помётохранилища ПХ, где поверхности пометных буртов были покрыты распылявшимся фосфогипсом, свидетельствовали о

действенности испытываемого реагента – всеми экспертами запах с подветренной стороны фабрики не отмечался по границе санитарной зоны хозяйства (300 м от фабрики), лишь слабый запах был выявлен у забора ПХ (25%), по территории ПХ (50%), у буртов помёта (50% и слабой интенсивности (25%). Запах средней (50%) и сильной интенсивности (75%) был отмечен у «рабочего», частично открытого (без фосфогипса) бурта.

Нанесение слоя фосфогипса на поверхность пометного бурта из расчёта 2-3 кг/м² существенно снижает содержание дурно пахнущих веществ в воздухе на территории ПХ и обеспечивает их отсутствие за санитарно-защитной зоной хозяйства.

3.3.3. Химочистка стоков от мойки птичников в ёмкостях – отстойниках птицефабрик

Стоки - один из массовых производственных отходов птицевладельцев и связаны, в основном, с мойкой saniруемых птичников и оборудования. За последний период ПХ значительно сократили расход воды на многих операциях, но главное-внедрением высоконапорных (до 10 МПа) гидроочистительно-моечных насосов качественной обработки птичников и техники, сокращающих в три раза количество стоков. И тем не менее, в ПХ актуальным пока остаётся вопрос качественной очистки значительных объёмов ежесуточно сбрасываемых сточных вод, загрязнённых выше ПДК (например, в ППЗ «Свердловский»). По замерам Уральского НИИВетеринарии, они составили: по окислам азота до 100 раз, фосфора до 79, по цинку в 23 и по БПК5 - в 10 раз и общему микробному числу - втрое.

Поскольку в РФ многие птицефабрики расположены в зонах с холодным климатом, а повсеместно внедрявшаяся ранее технология утилизации стоков базировалась на открытых водоёмах (БОКС-пруды и т.п.), иметь качественную круглогодичную утилизацию стоков было невозможно.

Поэтому, нами была разработана сезонная технология химического осветления стоков в типовых бетонных ваннах, имеющих на птицефабриках.

Химическое осветление, оценивавшееся на ОАО ПФ «Пермской» совместно со специалистами Пермского НИИТХимии, Волгоградского Госуниверситета и районной СЭС, основано на комплексе окислительно-восстановительных реакций, нейтрализующих загрязнители с выпадением твердой продукции в осадок, а выделяющихся газообразных веществ - выпуском в атмосферу (на примере с соляной кислотой):

$(\text{NH}_2)_2\text{CO} + 2 \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NH}_4\text{Cl} + \text{CO}_2$, то же получим и с серной кислотой-
 $(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$. Продукты этих реакций: соли-хлориды и сульфаты аммония выпадают в осадок, углекислота уходит в атмосферу, $4 \text{HCl} + 2 \text{NO}_2 \rightarrow 2 \text{NOCl} + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ - продукты реакции газы: хлор и нитрозил хлорид, а также вода. Реакции с металлами идут в соответствии с уравнениями:

$2\text{HCl} + 2\text{K} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{H}_2$; $2\text{HCl} + \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$; $2\text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$, где продуктами являются осаждаемые соли металлов –хлориды калия, железа, цинка и газ - водород.

Все эти реакции идут в условиях плюсовых температур наружного воздуха и атмосферного давления. Уровни загрязнённости стоков по основным показателям (до / после очистки в мг/ дм³) – взвеси 1900/4, жиры 760/ 0,05, ХПК 3800/18, БПК5 2280/5. Полученные результаты свидетельствовали о том, что химическое осветление стоков ПХ эффективно, т.к. они по всем показателям стали полностью соответствовать требованиям «воды технической», которая на эти цели далее и была использована ПХ. При ценах соляной кислоты 8-12...21 руб./кг на химическую обработку 10000 тонн стоков потребуется 4000 л кислоты, в расчёте на 1 кг мяса бройлера будет затрачено не более 0,26 копеек.

3.3.4 Совершенствование ускоренной переработки помёта в биокомпост (органическое удобрение)

Проведенные эксперименты на ОАО ПФ «Шекснинская» по эффективности работы биоферментера был связан с тем, чтобы дать технико-технологическую оценку процессу ускоренной переработки помёта в биоудобрение, с определением условий, стабильно сокращающих сроки вывода помётной массы бурта через лаг-фазу и мезофильный период на температурный уровень, необходимый для работы термофильных микроорганизмов, с целью гарантированного выполнения цикла утилизации в пределах до 6 суток вместо 8 и более.

В проведённом испытании задача ускорения компостирования решалась по 3 партиям (апрель, июль, октябрь) за счет варьирования объёмом (от 10 л до 4-кратного варьирования дозы) и тремя схемами размещения катализатора. Катализатор (энзим) создавался на базе, так называемой, аборигенной компостной микрофлоры, методом накопительной культуры на компостируемых субстратах и последующем приготовлением водного экстракта, при разбавлении водой в соотношении 1:100. Схема опыта представлена в таблице 16.

Таблица 16 - Схема размещения катализатора с сроки переработки помёта

№ п/п	Количество энзима, л	Варианты размещения энзима в бурте помёта	Срок переработки помётной массы по 3 партиям, сут. (ч)
1	10,0	одна зона по центру бурта	6,5(156) / 7,5(180) / 7,0(168)
2	20,0	две зоны по центру каждой половины бурта	6,25(150) / 6,0(144) / 6,5(156)
3	40,0	4 зоны по центру каждой четверти бурта и связки между ними	5,0(120) / 6,0(144) / 5,5(132)

Смысл изменения этих факторов состоял в том, чтобы, нивелируя разные условия по объёму укладываемой массы (плотность, структура сырья,

воздухопроницаемость этой смеси и пр.), иметь фермент более распределённым по центральным зонам бурта, повышая вероятность того, что энзим обязательно попадет и в те места, где сложилась оптимальная среда для начала работы микроорганизмов.

Поскольку все зоны засыпки катализатора связаны с ускорением начала переработки всей массы помёта. По всем вариантам опыта остальные параметры поддерживались на одинаковом оптимальном уровне ($O_2=16-18,5\%$, $pH=6,5-8,5$, $t=54-60^{\circ}C$, влажность 50-60%, свободный объём ~30%). Режим аэрации бурта выполнялся с учётом стабильного поддержания в помётной массе температур, оптимальных для каждой фазы компостирования (0-32/33-56/57-60-56/55-0 $^{\circ}C$). Для расчёта затрат электроэнергии в среднем за цикл режим аэрации можно считать соотношением «включение/отключение» - 4/10мин. Результаты утилизации помёта по переработанным партиям свидетельствовали о том, что внедрение 3-го варианта решает поставленную задачу снижения срока стабильного компостирования помёта в пределах до 5-6 суток. Основные показатели биокомпоста, произведённого по рассмотренной технологии, массовая доля (%): общих N/ P/ K не менее, соответственно, 1,7-2,2 / 1,5-2,5 / 1,0-2,0, воды 50-60, органических веществ в пересчёте на C - не менее 25-27; водородный показатель (единицы pH) - 6,5-8,0; бактерии группы *Escherchia coli* (штук/г) - 1-10, жизнеспособные яйца гельминтов (штук/кг) – отсутствуют, патогенные микробы, в т.ч. сальмонеллы штук/25г – отсутствуют, соотношение C/N – 15-30.

3.3.5. Обеззараживание и дезодорация загрязненного воздуха, удаляемого из птичников.

Наиболее простым и результативным процесс очистки вытяжного воздуха может быть обеспечен применением технологии эффективного осаждения аэрозолей в выводном инкубаторе ИВ-18, где загрязнённый поток воздуха бросается вентилятором на влажную стенку. Для конструктивной реализации этой схемы могут без переделок использоваться элементы из комплекта серийного оборудования для адиабатического охлаждения воздуха, выпускаемые отечественными и зарубежными фирмами (комплект пластиковых смачиваемых кассет общей площадью 25 м², набор труб на 40 м с распределителем и сборным жёлобом для кольцевого контура с насосом и ёмкостью под оборотный дезраствор (препарат «Ди-О-Клин», растворенный в воде, в соотношении 1:5000), подаваемый на кассеты. Система очистки была установлена перед торцевыми вытяжными вентиляторами. Исследования проводили на птичнике выращивания бройлеров размерами 12х96м. Исходные данные: поголовье при посадке - 26 680 гол., на убой - 25344 гол, массой 2,0 кг, регион - Вологодская обл., ЗАО ПФ «Череповецкий Бройлер».

Замеры по загазованности, пылевой и бактериальной загрязнённости воздуха из исследуемого птичника до кассеты и после неё приведены в таблице 17.

Результаты опыта свидетельствовали о том, что по использованной конструктивной схеме можно снижать запылённость в 3,1 раза,

обсеменённость в 7,4 раза и загазованность воздуха в 3,4 раза.

Таблица 17 - Дезодорация и дезинфекция вытяжного воздуха птичника

Показатели	Точки замеров*				
	1	2	3	4	5
Уровень NH ₃ , мг/ м ³ воздуха	12,0	3,5	4,5	7,0	7,5
Обсеменённость воздуха в зале и после обработки вытяжки, CFU /м ³	29352 +/-5258	3960 +/-898	4175 +/-883	4933 +/-991	4426 +/-768
Запылённость воздуха в птич-нике и после фильтра, мг /м ³	4,36	1,4	1,6	1,8	1,8

*Примечание: Размещение точек замеров: 1-в птичнике, 2 и 3 - после панели РС толщиной 15 см, 4 и 5- в проёмах боковом и верхнем над РС.

По дезодорации отметим, что абсорбция гидрата азота водой широко используется в нефтегазохимической промышленности, в том числе со 100%-ной очисткой воздуха при рекордном поглощении газовых загрязнителей водой (до 700/1). В данном случае требуются только усовершенствования системы очистки вытяжки по этому показателю, например, с установкой тонкодисперсного распылителя водных аэрозолей в панелях. Главный итог испытаний системы очистки воздуха состоит в том, что результаты опыта по всем загрязнителям ниже ПДК вредных веществ в воздухе рабочих зон, установленных ГН 2.2.5.3538-18 от 13.02.2018 г. (соответственно - 15мг/м³ по загазованности, 5000 CFU/м³ и 4 мг/м³ по запылённости).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований по эффективности использования ресурсосберегающих технологий при выращивании птицы на мясо позволяют сделать следующие выводы:

1) При стадийном выращивании поголовья на 28-33% эффективнее используются птичники, что повышает мощность существующих птицеводств и экономит средства в сравнении со строительством новых фабрик. При сопоставлении с одностадийным выращиванием прирост живой массы в камерах выше на 4,0-6,4% (p<0,05), на 4,56% меньше расход кормов, на 18% - расходы по энергозатрат, а за счёт сокращения продолжительности цикла доращивания цыплят в типовых птичниках в 1,34 раза увеличивается число их оборотов. Поэтапная пересадка поголовья индеек позволяет увеличить выход мяса с 1 м² площади пола птичника на 11,9%.

2) Трудозатраты на выгрузку бройлеров из клеточных батарей, не имеющих ленточных помётоуборщиков, приспособленных под транспортировку птицы, показали, что до 94% работ приходится на вынос бройлеров из здания и лишь остальное количество - на выемку птицы из клеток с производительностью 1800 гол./чел.час, что соответствует уровню,

позволяющему 2/4 операторам обеспечить загрузку стандартных убойных линий, перерабатывающих, соответственно, 3/6 тыс. гол./час. Целесообразно скорректировать конструкцию батарей по принципу пропорциональности с адаптацией под транспорт птицы только 2-4 ленточных помётоуборщика из 24 (16), упростив клетки и увеличив на 25% число птицемест в них.

На основании сделанных расчетов и проведенных экспериментов критериальным показателем по глубине клетки для племенной птицы является кинетическая энергия яйца в пределах <47-50 мДж, ограничивающая длину яйцевыката – 0,65...0,7 м, при которых минимизируются повреждения скорлупы.

3) Разработанная система автоматического дозирования корма (Патент РФ № 190923) обеспечивает точное выполнение физиологически обоснованных по возрастам режимов лимитированного кормления племенной птицы за счёт дискретного набора порций комбикорма мерной ёмкостью, сочетаемого с применением устройства для перевода объёмной дозации в весовой эквивалент при управлении процесса дозирования компьютером, по команде которого набранные дозы кормосмеси одновременно во всех кормушках птичника сбрасываются из кормобункеров в их кормовые чаши, обеспечивая всем особям в птичнике одновременный доступ к корму.

4) Алгоритмы расчёта микроклимата птичников и их реализация внедрением в ПХ по всем регионам страны с резко отличающимися климатическими условиями позволяют: оптимизировать и настроить безаварийные алгоритмы работы для сервоприводов, управляющих работой приточными клапанами, исключая эффект примерзания при работе в зимний период; оптимизировать режимы работы «туннеля» и адиабатического охлаждения воздушной среды при помощи испарения воды с учетом относительной влажности наружного воздуха.

5) Воздухонагреватели газовые помимо основной функции нагрева воздуха выполняют его активное термообеззараживание, что в сочетании с повышенным давлением воздуха в птичнике позволяет стабильно поддерживать в помещении в течение трех недель достоверно ($P > 0,95$) более низкий уровень обсеменённости воздушной среды (14117 ± 2133 тыс. м. т.) по сравнению с рекуперативным её нагревом (21246 ± 1935) и вдвое меньший допустимого предела (ПДК - до 30000 тыс. микробных тел).

6) Испытания разработанного на ЗАО ПФ «Череповецкий бройлер» пластинчатого теплоутилизатора оригинальной конструкции показали, а многолетняя производственная эксплуатация подтвердила, что его КПД, равный 43%, обеспечивает экономию 178 Гкал тепла за отопительный сезон по птичнику с окупаемостью в 0,83 года. По 43 птичникам с утилизаторами тепла ПХ на 8010 Гкал уменьшило годовые теплотраты (эквивалентные 1,0 млн. м³ газа, которые были использованы на выработку в ПХ более 3 млн. кВт*ч собственной электроэнергии, втрое дешевле сетевой).

7) Разработана методика определения требующейся мощности на отопление птичника при использовании линейных ИК обогревателей - по

наиболее холодной 5-дневке региона с расчётом теплоснабжения птичника с теплопотерями пола, обогревом поголовья и подсушкой подстилки с помётом. ИК-обогрев способен устойчиво обогревать поголовье весь цикл откорма при напольных технологиях со значительной разницей между фоновой температурой зала и локальной в зоне содержания птицы с учётом реализации нормативной аэрации помещения. Средняя дифференциация температур в 3⁰С за первые 3 недели и до 4...5 в последующем гарантируют экономию тепла в 6,53 Гкал за партию бройлеров при более высоком качестве теплообеспечения. Термографическая оценка производственных строений на птицефабрике ЗАО «Краснобор» и ГК «Дамате» - ООО «ПензаМолИнвест» позволила определить зоны с недостаточной термоизоляцией и уровни изношенности теплозащит конкретных объектов, по этим данным разработать обоснованные по годам планы ремонтов теплоизоляции каждого помещения. Помимо решения этими мерами общей задачи Киотского протокола по снижению тепловыбросов, годовой экономический эффект на снижении теплопотерь (24,46 Гкал) окупает все затраты на восстановление термоизоляции за 1,63 года и потому технологии термомониторинга и регулярных реставраций теплозащит птичников рекомендуется сделать в ПХ штатными.

8) Результаты испытаний первого отечественного (АО «Техносвет») комплекта осветительного СД-оборудования для напольного выращивания бройлеров на ЗАО ПФ «Череповецкий бройлер» и последующие эксперименты в ГК ДАМАТЕ для птичников по выращиванию индеек дают основание рекомендовать продольное, вдоль напольного птичника размещение СД-светильников над кормолиниями в диапазоне высот 3,0 метра над уровнем пола (вне подкрышной зоны застойного воздуха с «тепловым мешком» и поперечными пластиковыми перегородками «туннельного режима»). Это позволяет снизить стоимость системы освещения на 18%, а расход электроэнергии - на 20% за период подращивания, без снижения продуктивности поголовья. Пониженное размещение световых СД-источников в области интенсивного конвекционного воздухо- и теплообмена позволяет не только уменьшить их мощности в сравнении с подкрышной подвеской, но главное, даёт необходимое лампам активное охлаждение для выхода на заложенный в них конструкторами ресурс эксплуатации в 80-100 тыс. часов.

9) Технико-экономическая оценка вариантов удешевления электроэнергии показала, что наиболее рациональна схема по выработке собственной электроэнергии. На ЗАО ПФ «Череповецкий бройлер» с учётом экономии газа (теплоутилизация и др.) по этой схеме вырабатывали до 3-3,5 млн. кВт*ч электроэнергии (из 10,5 млн. кВт*ч годовых) по цене втрое ниже, чем от сетевого поставщика электричества (1,67 руб./кВт*ч против 5,0), что существенно снижало затраты. Этот опыт получил развитие на ООО ПФ «Среднеуральская» и АО ПФ «Роскар». Эксперименты подтвердили расчеты, что альтернативная электроэнергетика оптимальна в пределах 30-45% потребности, чтобы электросети на оставшихся объёмах имели средства на

реновацию, поскольку птицефабрика, как биопроизводство, должно иметь резерв электропитания.

10) Внедрение системы мониторинга на ООО ПФ «Русско-Высоцкая» и ГК ДАМАТЕ – ООО «ПензаМолИнвест» обеспечивает технологам предприятия цифровизированное управление производственным процессом выращивания бройлеров и индеек по объективным ежесуточным показателям приборного контроля по птичникам – потреблённого корма, воды, их соотношения, прироста живой массы поголовья, аэрации помещения птичника, температуры и влажности воздуха, освещённости. Мониторинг позволяет на ранних стадиях выявлять тенденции возможных отклонений от нормы по отдельным параметрам и своевременно принимать меры к недопущению ущерба в технологии. Многолетняя практика эксплуатации системы мониторинга технологии откорма показала, что он окупается менее чем за 2 года и позволяет совершенствовать управление товарно-сырьевыми потоками хозяйства.

11) Установка пароводяных конденсаторов на воздушных выбросах («соковые» пары) вакуум-варочных котлов для переработки отходов убоя птицы решает главный вопрос экозащиты утильцехов – «соковые» пары в теплообменнике сжижаются с последующим сбросом их в стоки, и этим исключаются дурно пахнущие вещества в воздухе за их зоной работы, в зоне санразрыва, на территории хозяйства. Конденсатор окупается за 0,45-0,6 года – за счет подогрева воды для мойки птичников. Результаты эксперимента по применению фосфогипса в качестве дезодоранта в помётохранилищах свидетельствуют о том, что нанесение слоя данного удобрения на поверхность пометного бурта из расчёта 2-3 кг/м² существенно снижает содержание дурно пахнущих веществ в воздухе, обеспечивает их отсутствие за санитарно-защитной зоной предприятия и улучшает качество удобрения.

12) Испытания опытной сезонной технологии химочистки стоков от мойки птичников (тёплый период года), накапливаемых в типовой бетонной ёмкости объём до 11,0 тыс. м³ помётохранилища ОАО «ПФ Пермская», включающей распределённый сброс в ёмкость 4000л HCl (по 200л через каждые 15м периметра), с периодом работы реагента 240 ч, свидетельствуют о том, что она обеспечивает осветление таких стоков до уровня технической воды в соответствии с ГОСТ 17.1.1.04-80 и ГОСТ 23732-2011. С учётом цены реагента (0,4л/м³ неделовой HCl, возможно использование H₂SO₄), затраты на очистку 1 м³ стоков в 1,5 раза меньше стоимости очистки кубометра технической воды в ЛОС.

13) Ввод энзима с распределением по его площади внутри бурта помета, перерабатываемого в биоферментере, при концентрации 0,83-0,9 л/м² (0,46-0,5 л/м³ на объём) и обеспечении всех остальных параметров компостирования на рекомендуемом уровне (C:N=25/1-30/1, O₂=16-18,5%, pH=6,5-8,5, свободный объём ~30%, влажность 50-60%, температурный режим по фазам переработки (0-32/33-56/57-60-56/55-0) с использованием соответствующих корректировок и усреднённый режим аэрации «включение/отключение»-4/10мин) позволяют

стабильно за 5-6 суток перерабатывать помёт в полноценный биокомпост (С/Н=15...30, массовая доля в процентах азота/фосфора/калия общего, не менее 1,7...2,2 / 1,5...2,2 / 1,0...2,0, при отсутствии патогенных микробов и жизнеспособных яиц гельминтов). Это позволяет совместить циклограммы работы птичников и цикличность переработки пометных масс. Катализатор (энзим) возможно производить на базе «аборигенной» компостной микрофлоры, методом накопительной культуры на компостируемых субстратах и последующим приготовлении водного экстракта, при разбавлении водой в соотношении 1:100.

14) Итоги испытаний системы очистки вытяжного воздуха птичников, использующей принцип аэродинамического удара воздушного потока в плоскость кассетного фильтра с поверхностной жидкостной плёнкой и сброса аэрозолей в дезраствор, позволяют сделать вывод, что уровни NH_3 (3,5...7,5 мг/м³) и пыли (1,4...1,8 мг/м³), а также обсеменённости воздушной среды ($3960 \pm 898...4933 \pm 991 \text{ CFU/м}^3$) были кратно ниже, чем в птичнике, и соответствовали требованиям ПДК ГН 2.2.5.3538-18.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для решения комплекса задач по ресурсосбережению, энергоэкономичности, экологической защите и, в целом, по улучшению эффективности работы, птицеводческим хозяйствам, производящим мясо птицы, рекомендуется:

1) Использовать стадийное выращивание молодняка птицы на первом этапе в климатических камерах или птичниках-акклиматизаторах с лучшими условиями содержания поголовья. При стадийном выращивании индеек – выбор времени пересадки поголовья определять исходя из объемов производства мяса птицы: для объема производства до 10000 т/год в 28 дней, для объемов производства более 10000 т/год в возрасте 42 дней.

2) При проектировании новых клеточных батарей для выращивания бройлеров рекомендуется скорректировать конструкцию по принципу пропорциональности с адаптацией под транспорт птицы только 2-3 ленточных помётоуборщиков на нижних ярусах из 16 (24), упростив клетки (368-736 шт.) подвижных полоков вместо 2944-4416 шт.) и увеличив на 25% число птицемест в них за счет увеличения батарей на 1 ярус.

При проектировании новых клеточных батарей для содержания родстада бройлеров рекомендуется глубину клетки выбирать исходя из длины яйцеската - не более 0,65...0,7м, при угле наклона подножной решетки 7^0 , при которых минимизируются повреждения скорлупы.

3) При содержании племенной птицы использовать в системе кормления кормушки с разработанным дозирующим устройством, позволяющим обеспечить нормированное кормление поголовья (Патент РФ № 190923).

4) Для эффективной работы систем охлаждения приточного воздуха в жаркий период года, при относительной влажности наружного воздуха до 70%

- применять тоннельную систему вентиляции с системой адиабатического охлаждения, при относительной влажности воздуха выше 70% применять - тоннельную систему вентиляции и вспомогательные средства, позволяющие снизить негативный эффект температурного воздействия на поголовье птицы (снижение плотности посадки, частая замена воды в поилках, побелка крыш птичников и пр.).

5) Для безаварийной работы системы приточной вентиляции в зимний период использовать кинематический режим работы с циклом закрытого положения створки приточного клапана не превышающим 180 секунд, для исключения предпосылок к примерзанию заслонок у приточных клапанов.

6) Использовать рекуперативные теплоутилизаторы, располагая их в зоне торцевой вытяжной вентиляции, которые, отбирая тепло удаляемого из помещений загрязнённого CO_2 и пр. газами воздушного потока, используют его на подогрев свежего приточного воздуха, закачиваемого в здание.

7) В системах отопления птичников использовать промышленные линейные инфракрасные излучатели (ИК), позволяющие обеспечить лучший обогрев поголовья и экономию расхода газа, а для настройки эффективной работы ИК-излучателей использовать тепловизионную проверку для диагностики состояния теплоизоляции ограждающих элементов зданий птичников.

8) При расчете системы освещения птичников, для выращивания молодняка индеек, использовать схему с нормативным уровнем освещения только линий кормления и размещать линии освещения только над кормовыми линиями, на высоте не более 3,0 м.

9) На зонированных площадках использовать локальную выработку альтернативного электричества (в объёмах до 33-45% годовой потребности) с применением серийных автоматизированных газо-поршневых мини-электростанций (МЭС).

10) С целью увеличения эффективности управления производственными процессами применять цифровизацию (диспетчеризацию) производства.

11) Для дезодорации воздуха на вакуум-варочных котлах переработки отходов убоя птицы рекомендуется устанавливать пароводяные рекуперативные конденсаторы «сокового» пара с последующим сбросом сжиженного пара - конденсата в канализацию, а конденсировавшей пар использовать для подогрева воды для санационной мойки-гидроочистки птичников.

12) Для дезодорации специфического запаха помётохранилища (аммиак и пр.), особенно в тёплый период года, целесообразно нанесение с помощью технических средств дешёвого реагента - фосфогипса на поверхность буртов помёта (из расчета 2-3 кг/м²).

13) Для химического осветления стоков от мойки птичников использовать химические реагенты (не деловую соляную или серную кислоту,

в соотношении 2500:1), позволяющие получить после малозатратной очистки техническую воду для нужд предприятия.

14) Для ускоренной переработки пометных масс в биокопост высокого качества применять биоферментеры, расположенные в отдельно стоящих залах. В бурте помета, для интенсификации процесса компостирования обеспечить равномерное распределение катализатора (не менее 10л на каждые 6 м²), поддерживать оптимальный режим аэрации, при помощи вентиляции с цикличностью включено/выключено – 4/10мин. Фермент-катализатор производить на базе т.н. аборигенной компостной микрофлоры, методом накопительной культуры на компостируемых субстратах и последующего приготовления водного экстракта, при разбавлении водой в соотношении 1:100.

15) Для дезобработки и дезодорации воздуха из птичников использовать систему, аналогичную системе охлаждения приточного воздуха при помощи кассет с проточной водой, где вместо воды использовать дезрастворы, например - препарат «Ди-О-Клин», растворенный в воде, в соотношении 1:5000.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАБОТЫ

Исходя из имеющихся знаний, достижений науки и развития птицеводства перспективными направлениями для дальнейшего изучения являются:

- совершенствование технологий стадийного выращивания (при совместном и раздельном содержании самок и самцов) птицы на мясо;
- совершенствование нормативов для стадийного выращивания по фронтам: кормления, поения, плотности посадки поголовья, проведение корректировок по данным калориметрии для поголовья мясной птицы;
- сбор и проведение анализа динамики двигательной активности поголовья в течении суток, изучение поведенческих реакций – путь к последующему управлению поведением поголовья;
- совершенствование мониторинга (диспетчеризации) птицепредприятий, с накоплением баз данных и постепенному переходу к применению искусственного интеллекта по прогнозированию ситуаций и управлению производством;
- совершенствование применения технологических методик и средств механизации по энергосбережению и решению экологических проблем.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Скляр, А.В. Цифровая система управления - новые функциональные возможности / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2021. - №2. – С.56-58.

2. Скляр, А.В. Эффективность применения циркуляционных вентиляторов в помещениях для выращивания бройлеров в холодный период года / А.К. Османян, И.П. Салеева, А.Н. Третьяков, А.В. Скляр, И.Ю. Курмашев, В.В. Малородов // Зоотехния. – 2020. - №1. – С.19-21.

3. Скляр, А.В. Устройство для лимитированного кормления племенной птицы / А.В. Скляр, И.П. Салеева, Д.Н. Ефимов, Д.Ю. Босов, А.И. Козлов // Комбикорма. – 2020. - №10. – С.22-25.

4. Скляр, А.В. Цифровая система управления производством на птицефабрике / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2019. - №4. – С.20-22.

5. Скляр, А.В. Организация и техническое обеспечение производства мясных кроссов кур / В.А. Гусев, Л.А. Зазыкина, А.В. Скляр, Т.Н. Кузьмина // Техника и оборудование для села. – 2018. - №4. – С.28-33.

6. Скляр, А.В. Ресурсосбережение в технологии откорма индеек тяжелых кроссов / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2017. - №4. – С.30-32.

7. Скляр, А.В. Комплексная организация технологии переработки помета / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2017. - №4. – С.48-50.

8. Скляр, А.В. О тенденциях инкубаторостроения и отечественных инкубаторах / А.Н. Воронцов, Д.Ю. Босов, Л.Ф. Дядичкина, Ю.С. Голдин, А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2016. - №2. – С.61-64.

9. Скляр, А.В. Автоматизированные системы поения для разных видов птицы / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2016. - №4. – С.44-47.

10. Скляр, А.В. Опыт эксплуатации оборудования компании «Биг Дачмен» российскими предприятиями / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2015. - №5. – С.53-54.

11. Скляр, А.В. Приборы аварийной сигнализации / А.В. Скляр // Птицеводство. – 2019. - №10. – С.49-52.

12. Скляр, А.В. Высокоэффективное оборудование для откорма индейки / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2014. - №1. – С.48-50.

13. Скляр, А.В. Оптимизация управления производством на птицефабрике / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2014. - №2. – С.62-64.

14. Скляр, А.В. Высокоэффективное оборудование для откорма индейки / А.В. Скляр // Комбикорма. – 2014. - №2. – С.39-41.

15. Скляр, А.В. Оптимальные системы отопления для птичников / А.В. Скляр // Техника и оборудование для села. – 2014. - №1. – С.26-29.

16. Скляр, А.В. Перспективные технологии и оборудование для откорма пекинской утки / А.В. Скляр // Техника и оборудование для села. – 2014. - №9. – С.27-30.

17. Скляр, А.В. Новинки Big Dutchman для содержания родительского стада / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2013. - №2. – С.42-44.

18. Скляр, А.В. Перспективное оборудование для птицефабрик мясного направления / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2012. - №1. – С.42-44.

19. Скляр, А.В. Современное оборудование для откорма индеек и уток / А.В. Скляр // Птица и птицепродукты. – 2011. - №2. – С.61-63.

20. Скляр, А.В. Современное клеточное оборудование для птицефабрик мясного направления / А.В. Скляр // Техника и оборудование для села. – 2011. - №12. – С.13-14.

в международной информационной системе Scopus:

21. Sklyar, A.V. Efficiency of poultry house heating and ventilation upgrading/ I. Saleeva, A. Sklyar, T. Marinchenko, M. Postnova, A. Ivanov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2020, V.433(1), P. 012041. (in Russian)

22. Sklyar, A.V. Modernization of the energy system of an enterprise/ A. Sklyar, T. Marinchenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, International Scientific Electric Power Conference. - 2019, - V.643, - P.012007. (in Russian)

23. Sklyar, A.V. Improving the energy system of a poultry enterprise/ A. Sklyar, T. Marinchenko, M. Davydova and G. Asryan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 403, XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry. - 2019, Vol.403, - P.012043. (in Russian)

24. Sklyar, A.V. Efficiency of alternative electric power industry for poultry farming/ I. P. Saleeva, A. V. Sklyar, T. E. Marinchenko, M. V. Postnova, A. V. Ivanov, and A. I. Tikhomirov // E3S Web of Conferences - 2019, V.124, P. 04020. (in Russian)

25. Sklyar, A.V. Feasibility study on innovative energy-saving technologies in poultry farming/ I.P. Saleeva, A. V. Sklyar, T. E. Marinchenko, M. V. Postnova, A. V. Ivanov, and A. I. Tikhomirov// E3S Web of Conferences - 2019, V.124, P. 05070. (in Russian)

Методические рекомендации:

26. Сокращение потерь при производстве мяса цыплят-бройлеров и повышение его качества технологическими приемами: методические рекомендации / В.И. Филоненко, В.С. Лукашенко, В.Г. Шоль, ...**А.В. Скляр** и др. – Сергиев Посад: Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, 1992, – 56 с.

Брошюры:

27. Опыт промышленного откорма пекинской утки: брошюра / **А.В. Скляр**, Т.Н. Кузьмина. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2015. – 64 с.

28. Опыт строительства и реконструкции семейных животноводческих ферм: брошюра / **А.В. Скляр**, Т.Н. Кузьмина. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2014. – 64 с.

справочник:

29. Технологии и оборудование для птицеводства: справочник / В.Т. Скляр, **А.В. Скляр**, Т.Н. Кузьмина, В.А. Гусев. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2014. – 188 с.

Монографии:

30. Инновационные технологии и оборудование для создания отечественных мясных кроссов бройлерного типа: монография / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, **А.В. Скляр**, А.А. Зотов, Д.Н. Ефимов, А.В. Иванов, Т.Н. Кузьмина. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2018. – 92 с.

31. Инновационные технологии, процессы и оборудование для интенсивного разведения сельскохозяйственной птицы: монография / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина, В.А. Гусев, Л.А. Зазыкина, О.И. Гусева, В.Т. Скляр, **А.В. Скляр**. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2017. – 100 с.

32. Промышленное птицеводство: монография / В.И. Фисинин, Я.С. Ройтер, А.В. Егорова, ... **А.В. Скляр** и др. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, 2016. – 534 с.

33. Технологические процессы и оборудование, применяемые при интенсивном разведении сельскохозяйственной птицы: монография / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина, А.В. Скляр, В.А. Гусев. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2016. – 204 с.

В других изданиях:

34. **Скляр, А.В.** Усовершенствование энергообеспечения в птицеводстве / А.В. Скляр, Т.Е. Маринченко // Сборник научных трудов международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства. – 2020. – С.28-31.

35. **Скляр, А.В.** Оборудование Биг Дачмен для эффективного птицеводства / А. Скляр // Животноводство России. – 2020. - №7. – С.14-16.

36. **Скляр, А.В.** Опыт энергосбережения в птицеводстве / А.В. Скляр, Т.Е. Маринченко // В сборнике: XX Международной научно-практической конференции "Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для АПК". – Тамбов, 2019. – С.144-146.

37. Скляр, А.В. К обоснованию алгоритмов управления микроклиматом птичников / А.В. Скляр, М.В. Постнова, Е.А. Иванцова // В сборнике материалов Международной научно-практической конференции: Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса. ФГБНУ Прикаспийский аграрный ФНЦ РАН. – с. Соленое Займище, 2019. – С.574-577.

38. Скляр, А.В. Ресурсосберегающие технологии в промышленном птицеводстве / А.В. Скляр, М.В. Постнова, Е.А. Иванцова // В сборнике материалов Международной научно-практической конференции: Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. ФГБНУ Прикаспийский аграрный ФНЦ РАН. – с. Соленое Займище, 2019. – С.633-636.

39. Скляр, А.В. «БигФармНет менеджер»: цифровое управление производством / А. Скляр // Животноводство России. – 2019. - №7. – С.24-25.

40. Скляр, А.В. Повышение эффективности вентиляции в птицеводстве / А.В. Скляр, В.И. Минаев, В.В. Мохов // В сборнике: XXIV Международная научная конференция "Проблемы интенсификации животноводства с учетом охраны окружающей среды, стандартов ЕС и производства альтернативных источников энергии, в том числе биогаза". - Варшава, 2018. – С.168-170.

41. Скляр, А.В. Утилизаторы тепла в птичниках / А.В. Скляр, Т.Е. Маринченко // В сборнике: «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. – Минск, 2018. – С.184-187.

42. Скляр, А.В. О системах инфракрасного обогрева в птичниках / А.В. Скляр // Материалы XIX Международной конференции «Мировые и Российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего». – Сергиев Посад. – 2018. – С. 471-473.

43. Скляр, А.В. Отечественные инкубаторы для импортозамещения / В.Т. Скляр, Д.Ю. Босов, А.В. Скляр // Материалы XIX Международной конференции «Мировые и Российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего». – Сергиев Посад. – 2018. – С. 473-477.

44. Скляр, А.В. Анализ систем освещения стоков птицеводств с учетом природо- и ресурсосбережения / О.Н. Новиков, А.В. Скляр, М.В. Постнова // Материалы XIX Международной конференции «Мировые и Российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего». – Сергиев Посад. – 2018. – С. 654-657.

45. Скляр, А.В. Воздухонагреватели в системах отопления птичников / А.В. Скляр, И.Д. Коробко // Материалы XIX Международной конференции «Мировые и Российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего». – Сергиев Посад. – 2018. – С. 723-725.

46. Скляр, А.В. Утилизация тепла вытяжных вентсистем птичников / А.В. Скляр, В.И. Минаев, В.В. Мохов // Материалы XIX Международной конференции «Мировые и Российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего». – Сергиев Посад. – 2018. – С. 726-728.

47. Скляр, А.В. Энергосбережение в обеспечении вентиляции в птицеводстве / А.В. Скляр, Т.Е. Маринченко, В.И. Минаев, В.В. Мохов // В сборнике, по материалам конференции: Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы. – Рубцовск. – 2018. – С.449-453.

48. Скляр, А.В. О системах телеконтроля – управление биотехнологиями / М.В. Постнова, А.В. Скляр // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: естественные науки. – 2018. – Т.8. №1. – С.65-67.

49. Скляр, А.В. Сравнение технологий переработки помета / А.В. Скляр, Н.Г. Башкирцев, С.А. Чистяков, М.В. Постнова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: естественные науки. – 2018. – Т.8. №1. – С.68-71.

50. Скляр, А.В. Очистка стоков птицеводств с учетом экологии и ресурсосбережения / А.В. Скляр, М.В. Постнова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: естественные науки. – 2018. – Т.8. №1. – С.72-75.

51. Скляр, А.В. К обоснованию алгоритмов управления микроклиматом птичников / А.В. Скляр, М.В. Постнова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: естественные науки. – 2018. – Т.8. №2. – С.25-28.

52. Скляр, А.В. Инфракрасный обогрев в системах микроклимата птичников / А.В. Скляр, М.В. Постнова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: естественные науки. – 2018. – Т.8. №2. – С.29-32.

53. Скляр, А.В. Пути снижения затрат на электроэнергию в птицеводствах / А.В. Скляр, М.В. Постнова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: естественные науки. – 2018. – Т.8. №2. – С.68-71.

54. Скляр, А.В. Использование тепла вытяжной вентиляции птичников / А.В. Скляр, В.И. Минаев, В.В. Мохов, М.В. Постнова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: естественные науки. – 2018. – Т.8. №2. – С.72-75.

55. Скляр, А.В. Особенности отопления птичников газовыми воздухонагревателями / А.В. Скляр, И.Д. Коробко, М.В. Постнова // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: естественные науки. – 2018. – Т.8. №2. – С.76-79.

56. Скляр, А.В. Особенности конструкции/оборудования птичников для индейки / А.В. Скляр // Мясные технологии. – Москва. – 2017. - №7. – С.9-11.

57. Скляр, А.В. Современные источники света для птичников / Т.Н. Кузьмина, В.А. Гусев, А.В. Скляр // Аграрный тиждець. – Украина. – 2016. - №10. – С.68-70.

58. Скляр, А.В. Влияние света на птицу / Т.Н. Кузьмина, В.А. Гусев, А.В. Скляр // Аграрный тиждець. – Украина. – 2016. - №6. – С.58-59.

59. Скляр, А.В. О диспетчерских системах телеконтроля-управления в птицеводствах / Скляр, А.В. // Материалы XVIII Международной конференции: Инновационное обеспечение яичного и мясного птицеводства России. – Сергиев Посад. – 2015. – С. 375-377.

60. Скляр, А.В. Сравнительная оценка технологий утилизации помета / А.В. Скляр, Н.Г. Башкирцев, С.А. Чистяков // Материалы XVIII Международной конференции: Инновационное обеспечение яичного и мясного птицеводства России. – Сергиев Посад. – 2015. – С. 567-569.

61. Скляр, А.В. О снижении стоимости электроэнергии, используемой птицеводствами / А.В. Скляр // Материалы XVIII Международной конференции: Инновационное обеспечение яичного и мясного птицеводства России. – Сергиев Посад. – 2015. – С. 570-572.

62. Скляр, А.В. Система управления микроклиматом в климатической камере для выращивания бройлеров / А.В. Скляр // Тезисы доклада на XXXVI Всероссийской конференции молодых ученых и аспирантов по птицеводству. – Сергиев Посад, - 1993. – С.18-20.

63. Скляр, А.В. Технология выращивания бройлеров с использованием климатических камер / В.И. Филоненко, Ю.З. Буртов, В.Г. Шоль, ... А.В.Скляр // Сборник научных трудов ВНИТИП: Научные основы технологии производства бройлеров. – Сергиев Посад. - 1995. – С.42-56.

Патент на изобретение:

64. Скляр, А.В. Устройство для лимитированного кормления племенной птицы: патент на полезную модель №RU 190923 U1 Рос. Федерация: МПК А01К 39/012 / А.В. Скляр, И.П. Салеева, Д.Н. Ефимов, Д.Ю. Босов, А.И. Козлов, А.В. Иванов. – Заявл. 12.02.2019; опубл. 16.07.2019. – Бюл. № 20.