

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

На правах рукописи



Судаков Александр Николаевич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ МЯСНЫХ КРОССОВ КУР
В УСЛОВИЯХ КРЕСТЬЯНСКО-ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ**

06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства
продуктов животноводства

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
доцент **Е.А. Андрианов**

Воронеж – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	11
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ОБОСНОВАНИЕ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	11
1.1 Влияние температурного режима инкубации яиц на развитие эмбрионов, выводимость яиц и качество молодняка кур	11
1.2 Анализ существующих методик исследования параметров естественного насиживания	20
1.3 Анализ материалов по математическому моделированию и расчету температурных режимов инкубации яиц птиц	34
1.4 Анализ существующих температурных режимов искусственной инкубации яиц	36
Выводы	47
2. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	49
2.1 Программа экспериментальных исследований	49
2.2 Методика проведения экспериментальных исследований	51
2.2.1 Общие сведения	51
2.2.2 Методика исследований эмбрионального и раннего постэмбрионального развития молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при естественном насиживании в сравнении с нормируемыми показателями	52
2.2.3 Методика инструментальных исследований параметров естественного насиживания	54
2.2.3.1 Лаборатория и оборудование для проведения исследований ..	54
2.2.3.2 Методика проведения эксперимента по получению параметров естественного насиживания яиц в лабораторных условиях	73
2.2.4 Методика определения температурного режима инкубации яиц	75
2.2.5 Методика сравнительных исследований эмбрионального и раннего постэмбрионального развития молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при различных режимах искусственной инкубации яиц	76
2.3 Статистическая обработка результатов исследований	80
2.4 Результаты сравнительных исследований эмбрионального и раннего постэмбрионального развития молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при естественном насиживании яиц в сравнении с нормируемыми показателями	81

2.5 Результаты инструментальных исследований параметров естественного насиживания	88
2.6. Результаты исследований по определению температурного режима инкубации на основании параметров естественного насиживания и обоснование конструктивно-технологической схемы инкубатора с функцией охлаждения яиц	99
2.7 Результаты сравнительных исследований эмбрионального и раннего постэмбрионального развития молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при различных режимах искусственной инкубации	111
Выводы	122
3. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ИНКУБАЦИИ И ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ	125
3.1 Программа и методика производственных испытаний	125
3.2 Результаты производственных испытаний	125
3.3 Экономическая эффективность использования разработанного температурного режима инкубации яиц	127
Выводы	131
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	132
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	135
ПРИЛОЖЕНИЯ	153

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Использование высокопродуктивных мясных кроссов кур в крестьянско-фермерских хозяйствах и приусадебном птицеводстве на сегодняшний день является одним из крупных резервов производства качественного белкового продукта. Высокие темпы роста и низкая конверсия корма привлекают большое количество птицеводов и открывают перспективы для широких слоев населения России в получении дополнительной высококачественной мясной продукции. Вместе с тем, широкому распространению современных мясных кроссов кур в малых фермерских и приусадебных хозяйствах препятствует ряд особенностей содержания подобной птицы. Являясь достижением в области селекции, наряду с высокими показателями продуктивности, современные кроссы кур предъявляют повышенные требования ко всем этапам технологического процесса выращивания, первым из которых является искусственная инкубация яиц.

Учитывая, что температурные режимы инкубации яиц современных высокопродуктивных мясных кроссов кур разрабатывались в расчете на промышленную инкубацию, результаты инкубации яиц в бытовых инкубаторах зачастую значительно ниже показателей, нормируемых производителем инкубационных яиц, что в свою очередь негативно сказывается на популярности современных мясных кроссов. Основное поголовье кур при малых формах хозяйствования составляют породы низкой мясной продуктивности или беспородные куры, большим плюсом которых для сельского жителя продолжают оставаться способность к естественному насиживанию или простота искусственной инкубации яиц.

В целом, в настоящее время сформировалась ситуация, при которой один из сегментов отечественного птицеводства развивается экстенсивно, обладает низкой культурой организации технологических процессов и фактически не контролируется государством, что влечет за собой ряд проблем как ветеринарного, так и экономического характера, в частности, воспроизводство поголовья кур из собственных яиц исключает хозяйства из цепочки товаропроизводителей, делает их

закрытыми системами и затрудняет реализацию Законов Российской Федерации от 14 мая 1993 года № 4979-1 «О ветеринарии», от 30 марта 1999 года № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» в вопросе учета сельскохозяйственной птицы.

Первым шагом к решению задачи перевода подсобных хозяйств на содержание высокопродуктивных мясных кроссов кур является разработка режима инкубации яиц, доступного для реализации в бытовых инкубаторах широкому кругу птицеводов.

Принимая во внимание, что характерной особенностью современных промышленных режимов инкубации яиц кур мясных кроссов, позволяющих получать высокие показатели выводимости, является многоступенчатое, основанное на данных о температуре скорлупы яиц, снижение температуры воздуха в камере инкубатора, а также тот факт, что полноценное применение данной технологии в условиях малых фермерских и приусадебных хозяйств фактически не используется и не может быть реализовано как по частоте изменения настроек инкубатора, так и по самой технологии выполнения контрольных замеров, возможным решением является разработка режима инкубации яиц на принципиально иной основе, а именно на применении в искусственной инкубации температурных режимов, свойственных естественному насиживанию и обеспечивающих выводимость яиц традиционных пород кур до 100 %. Исходя из выше сказанного, исследования в этом направлении представляются актуальными.

Диссертация выполнена в рамках тематики научно-исследовательской работы факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства «Разработка, совершенствование и внедрение ресурсосберегающих технологий в животноводстве, методов диагностики, профилактики и лечения сельскохозяйственных животных», утвержденной ученым советом ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (№ 01.200.1-003986).

Степень разработанности темы исследований. Изучению влияния режима инкубации на выводимость яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур, а также техническим средствам в АПК посвящены публикации многих как отече-

ственных, так и зарубежных ученых, в том числе В.И. Фисинина, В.С. Буярова, А.Я. Аврутиной, Ю.Г. Иванова, Л.Ф. Дядичкиной, В.А. Голубцовой, А.И. Рудь, С.В. Гветадзе, М.И. Челноковой, Collin A., Piestun Y., Oppenheim R., Burggren W. B. и других. Запатентовано большое количество режимов инкубации яиц, в том числе А.Я. Аврутиной, А.Б. Дымковым, А.А. Малофеевым, П.Ф. Тришечкиным, Э.И. Дерлугяном и др.

Вместе с тем, абсолютное большинство работ посвящено повышению результатов промышленной инкубации яиц кур и не учитывают особенностей малых хозяйств.

Несмотря на то что в основе искусственной инкубации лежит имитация механизмов естественного насиживания яиц, большинство температурных режимов работы инкубаторов установлены эмпирически, комплексные инструментальные исследования параметров естественного насиживания яиц современных мясных кроссов не проводились.

Цель работы – повышение выводимости яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур в условиях крестьянско-фермерских хозяйств посредством разработки и применения доступного температурного режима инкубации и устройства для его реализации.

В связи с этим были определены следующие **задачи**:

- в сравнительном аспекте изучить выводимость яиц родительского стада кур кросса Кобб 500 и основные зоотехнические показатели полученного молодняка при естественном насиживании и искусственной инкубации яиц;

- разработать методику инструментального мониторинга температурного режима, способ регистрации частоты сердечных сокращений, а также устройство для его реализации, позволяющие контролировать температуру эмбриона по изменениям сердечного ритма и осуществить мониторинг температурных режимов естественного насиживания;

- обосновать режим инкубации яиц по результатам инструментального контроля естественного насиживания и разработать конструктивно-технологическую схему устройства для его реализации;

- исследовать результаты инкубации яиц родительского стада и основные зоотехнические показатели молодняка кур кросса Кобб 500, полученного с применением разработанного режима инкубации яиц;

- провести производственные испытания предложенного режима инкубации яиц и дать оценку его экономической эффективности.

Предметом исследования являются выводимость и закономерности процесса инкубации яиц кур.

Объектом исследования являются процессы естественного насиживания и искусственной инкубации яиц родительского стада кур кросса Кобб 500.

Научная новизна исследований. Впервые проведено сравнительное изучение выводимости яиц родительского стада кур кросса Кобб 500 и основных зоотехнических показателей полученного молодняка при естественном насиживании и искусственной инкубации яиц. Разработаны: методика инструментального мониторинга температурного режима, способ регистрации частоты сердечных сокращений, а также устройство для его реализации, позволяющие контролировать температуру эмбриона по изменениям сердечного ритма и осуществлять мониторинг температурных режимов естественного насиживания. Обоснован режим инкубации яиц по результатам инструментального контроля естественного насиживания и разработана конструктивно-технологическая схема устройства для его реализации. Исследованы результаты инкубации яиц родительского стада и основные зоотехнические показатели молодняка кур кросса Кобб 500, полученного с применением разработанного режима инкубации яиц. Проведены производственные испытания предложенного режима инкубации яиц и дана оценка его экономической эффективности.

Теоретическая и практическая значимость работы обусловлена актуальностью исследуемой проблемы. Основные выводы и положения работы углубляют теоретическую базу для разработки температурных режимов инкубации яиц сельскохозяйственной птицы и полезны для сельскохозяйственного производства, организаций, занимающихся разработкой инкубаторов, широкого круга специалистов по инкубации яиц птиц и учебных заведений. В работе представлены ре-

шения, позволяющие осуществлять разработку отечественных устройств регистрации сердечного ритма эмбриона птиц, подтвержденные рабочей моделью, на которой проводились экспериментальные исследования.

Предложены методика и способ определения температурного режима инкубации посредством регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц, а также режим инкубации и устройство для его реализации. Предложенные технические решения защищены патентами на изобретения №2665117, 2683513, 2717538 и полезные модели №172072, 181475, 192870.

Практическая значимость исследований заключается в том, что применение температурного режима инкубации, включающего краткосрочные, синхронизированные с поворотом яиц, охлаждения, позволяет повысить выводимость яиц и качество молодняка в условиях малых фермерских и приусадебных хозяйств.

Методология и методы исследования. За методологическую основу работы приняли научные труды отечественных и зарубежных классиков сельскохозяйственных, технических, ветеринарных и биологических наук. В работе использовались биологические, зоотехнические, технические и специальные методы исследований. Лабораторные и экспериментальные исследования проводились с использованием ПК, современных электронных и механических устройств, установок и приборов, а также специально разработанных и изготовленных. Обработка экспериментальных данных в исследованиях осуществлялась методом математической статистики с использованием ПК и современных компьютерных программ: «Statistica», «Microsoft Excel».

Основные положения, выносимые на защиту:

- выводимость яиц родительского стада кур кросса Кобб 500 и основные зоотехнические показатели полученного молодняка при естественном насиживании и искусственной инкубации яиц;

- методика инструментального мониторинга температурного режима, способ регистрации частоты сердечных сокращений, а также устройство для его реализации, позволяющие контролировать температуру эмбриона по изменениям сердечного ритма и осуществлять мониторинг температурных режимов есте-

ственного насиживания;

- режим инкубации яиц по результатам инструментального контроля естественного насиживания и конструктивно-технологическая схема устройства для его реализации;

- результаты инкубации яиц родительского стада и основные зоотехнические показатели молодняка кур кросса Кобб 500, полученного с применением разработанного режима инкубации яиц;

- экономическая эффективность предложенного режима инкубации яиц в условиях крестьянско-фермерского хозяйства.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на расширенном заседании кафедры «Технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности» (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, Воронеж, 2020); международной научно-практической конференции «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции» (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, Воронеж, 2019); международной научно-практической конференции «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности» (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, Воронеж, 2018); международной научно-практической конференции «Биотехнологии и инновации в агробизнесе» (ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород, 2018); международной заочной научно-практической конференции «Гражданское общество и его взаимоотношения с государством», (ФГБОУ ВО РГАЗУ, Балашиха, 2018); международной научно-практической конференции «Наука сегодня: вызовы и решения» (научный центр «Диспут», Вологда, 2018); 7-й международной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Инновации в сельском хозяйстве» (ГБНУ ВИЭСХ, Москва, 2016).

Степень достоверности выводов, рекомендации производству и научных положений обоснованы методическим подходом при организации исследований, анализом и статистической обработкой экспериментальных данных с использова-

нием критериев достоверности.

Публикация результатов исследований. По материалам диссертации опубликована 21 научная работа, в том числе 7 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных Минобрнауки России, 3 статьи – в изданиях, входящих в международные цитатно-аналитические базы Web of Science и Scopus, 5 статей – в материалах международных конференций; получено 6 патентов на изобретения.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа включает введение, основную часть, состоящую из трех глав, заключение, список литературы, содержащий 167 наименований, в т.ч. 50 – на иностранных языках; приложения. Общий объем работы составляет 177 страниц; работа содержит 66 рисунков, 37 таблиц, 9 приложений.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ОБОСНОВАНИЕ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Влияние температурного режима инкубации яиц на развитие эмбрионов, выводимость яиц и качество молодняка кур

Яйцо любой птицы представляет собой сложную яйцеклетку, окруженную питательными веществами, находящимися в желтке и белке с их оболочками и скорлупой. Яйцо содержит большую часть материалов, необходимых для развития эмбриона за исключением тепла и кислорода. Кислород поступает через поры в скорлупе яйца, источником тепла является тело наседки или нагревательный элемент инкубатора [7, 42, 88, 90, 107].

После оплодотворения яйцеклетка около суток находится в материнском организме. Развитие зародыша начинается сразу после оплодотворения, и к моменту выхода яйца наружу зародыш находится на стадии бластулы [8, 116].

Последующее охлаждение яйца вызывает остановку роста эмбриона и снижение обмена веществ до минимума. Сроки и температурный режим хранения оплодотворенных яиц, обеспечивающие высокий процент вывода, сформировались эволюционно и связаны с особенностями гнездового поведения птиц. У выводковых птиц, к которым относится домашняя курица, полноценное насиживание начинается после снесения последнего яйца кладки. Данная особенность обусловлена необходимостью одновременного вывода всех птенцов и используется в искусственной инкубации яиц, позволяя хранить инкубационные яйца несколько суток до закладки в инкубатор [36].

Последующее возобновление нагрева яиц, вследствие начала насиживания или закладки в инкубатор, возобновляет рост эмбрионов. В первой половине инкубации эмбрион представляет собой холоднокровный организм, т.е. его физиологические процессы происходят с потреблением тепла, получаемого из внешней среды, и любые изменения температуры влияют на динамику его развития [110].

Начиная со второй половины эмбриогенеза, а именно с 10 дня инкубации, начинается выработка эндогенного тепла, которое в некоторой степени компенсирует колебания температуры окружающей среды. На финальной стадии инкубации и в процессе вывода выработка эндогенного тепла настолько значительна, что для успешного вывода цыплят требуется понижать температуру в камере инкубатора во избежание перегрева и повышенной смертности цыплят в процессе вывода [108].

Как отмечает в своей работе М. Бурьян, характерной особенностью мясных пород является значительно возросшая, относительно старых пород кур, выработка эндогенного тепла в процессе эмбриогенеза (табл. 1) [20].

Таблица 1

Метаболическое производство тепла (Вт/1000 яиц) в результате обменных процессов в инкубационных яйцах промышленных мясных пород, яйценокских пород и «традиционной» породы (Северо-Голландская Голубая) [20]

Дни инкубации	Мясные	Яйценокские	Традиционные
17	151,2	133,2	130,0
18	156,6	130,2	137,0
19	164,4	127,2	124,0
20	252,0	130,8	169,0

Селекция, направленная на повышение показателей продуктивности, привела к тому, что уже в период эмбриогенеза обменные процессы в организме мясных кроссов кур протекают активнее, что, в свою очередь, вызывает повышенный нагрев яиц в процессе искусственной инкубации [37, 138].

А. Лоуренс выявил, что на выделение тепла эмбрионом влияют два фактора: генетический потенциал роста породы и масса яиц (рис. 1) [139].

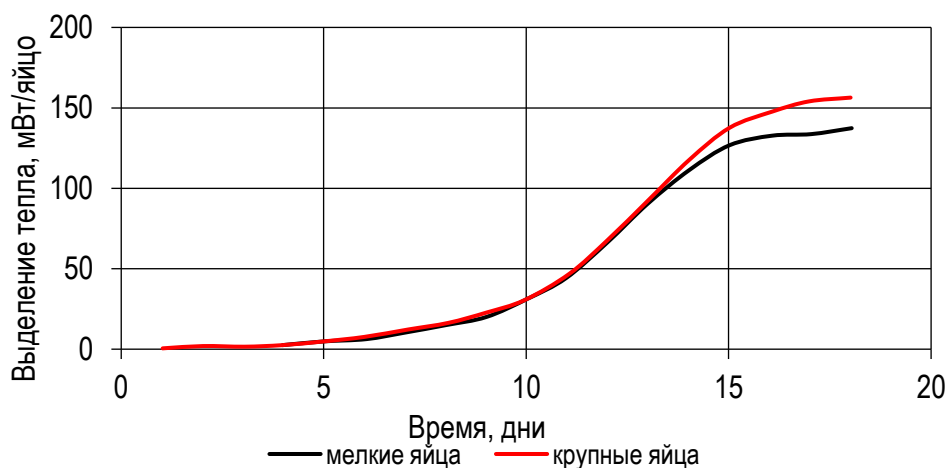


Рисунок 1 – Зависимость выделения эндогенного тепла от размера яйца [139]

Таким образом, можно сделать вывод, что яйца промышленных пород в конце инкубации выделяют примерно на 20 % больше тепла, чем яйца так называемых «традиционных» пород.

В работе Л.Ф. Дядичкиной глубоко рассматриваются вопросы влияния температурных режимов на эмбриональную смертность кур, установлено, что острая гипертермия приводит к массовой гибели эмбрионов в одном возрасте, кровоизлияниям на теле, в желточном мешке, аллантаисе, печени и мозге [9, 35].

Хроническая гипертермия является причиной маленького анемичного или гиперемированного сердца, гиперемии внутренней полости тела, печени, почек, кишечника, инъекции сосудов желточного мешка, отеку подкожной клетчатки с кровоизлиянием в области шеи, часто кишечник переполнен амниотической жидкостью с примесью крови, выведенный молодняк мелкий, часто с дефектами пуповины [31, 34, 37].

Вместе с тем, в последние годы сформировалось направление исследований, изучающих возможность использования дозированных температурных воздействий на яйца в процессе инкубации - «тепловых тренировок» в целях повышения термотолерантности кур в постэмбриональный период [126, 150, 163, 165, 166, 167].

Отставание висцеральных систем мясных кроссов кур стало причиной пониженной резистентности к внешним раздражителям, в частности, снизилась их

устойчивость к перегреву. Применительно к тому факту, что современные мясные кроссы кур позволяют получить показатели продуктивности, заявленные производителем яиц, исключительно в узком диапазоне температур содержания, можно говорить об общем снижении качества молодняка мясных пород относительно традиционных, которые предъявляют значительно меньшие требования к температуре в птичнике [22, 97, 122, 136]. Учитывая, что эмбриональный период развития мясных кроссов кур доходит до 30 % общей продолжительности жизни, реализация периодических повышений температуры в камере инкубатора не влечет значительных финансовых потерь, а ряд исследований установил возможность повышения верхней границы комфортных температур цыплят вследствие дозированных температурных воздействий на яйцо в процессе инкубации, данное направление исследований находит все больше последователей. [103, 117, 125, 132, 142].

С. Яхав в работе, посвященной изучению влияния нагрева яиц кур на выводимость яиц и качество молодняка, установил, что нагрев яиц в течение 3 ч при температуре 39,5 °С ежедневно с 16 по 18 сутки инкубации не повлиял на синхронность вывода, массу вылупившихся цыплят, а также концентрацию гормонов щитовидной железы и кортикостерона в плазме крови относительно контрольной группы, инкубация которой осуществлялась при стабильной температуре 37,8 °С и относительной влажности 56 % в течение всего периода инкубации. Однако, выводимость яиц в контрольной группе была выше, а температура тела цыплят, получивших дозированное тепловое воздействие в процессе инкубации, была ниже [162].

Существует исследование, подтверждающее возможность изменения термотолерантности цыпленка путем температурного воздействия на эмбрион во время критических стадий инкубации. Целью исследования было изучение влияния длительности теплового воздействия в разные периоды эмбриогенеза на эмбриональное развитие и качество молодняка кур. Контрольную партию инкубировали при температуре воздуха в камере инкубатора 37,8 °С, тогда как опытные партии подвергались воздействию температурой 39,6 °С в течение 6 часов ежедневно:

1-я партия – с 12-х по 16-е, 2-я партия – с 13-х по 17-е и 3-я партия 14-х по 18-е сутки инкубации. Установлено, что эмбрионы из яиц, которые подвергались температурному воздействию, имели более высокую относительную и абсолютную массу, чем контрольные яйца. При выводе вес тела цыплят и вес их тела без желтка были одинаковыми в группах.

Более высокая температура инкубации снижала относительную массу печени зародышей во 2-ой и 3-ей контрольных партиях. При выводе цыпленка 1-ой опытной группы имели большую массу печени, чем цыпленка контрольной группы, тогда как у остальных масса печени была аналогична контрольной. Температурное воздействие не влияло на относительную массу сердца. При выводе был обнаружен самый высокий относительный вес желудка у цыплят из первой опытной группы. Потеря веса яиц на 18-й день инкубации была выше в контрольной группе, чем в опытных. Эти результаты показали, что развитие эмбриона и цыпленка может измениться из-за длительности температурного воздействия в процессе инкубации. Нагревание в течение 5 дней после 12-го дня инкубации ускорило наклев и вылупление по сравнению с контрольной группой и повлияло на качество молодняка за счет уменьшения длины цыплят [120].

М. Нихельман и Б. Тженке считают, что возможным снижением устойчивости молодняка кур к перегреву может являться постоянство температуры в инкубаторах, не создающих условий для естественной тренировки терморегуляторных систем организма [146].

Предполагается, что при изучении влияния тепловых воздействий на эмбрион в процессе инкубации яйца необходимо учитывать три важных параметра: срок эмбриогенеза, температуру и продолжительность воздействия [167].

А. Коллин в своих экспериментах по применению теплового воздействия во время эмбриогенеза для повышения адаптивных возможностей организма к повышенным температурам основывался на гипотезе о том, что диапазон комфортных температур организма можно изменить наиболее эффективно при применении воздействия в момент формирования висцеральных систем, ответственных за терморегуляторные функции организма. В рамках эксперимента тепловое воздей-

стве на две партии яиц кур осуществлялось в два периода: 1-я партия – 8-10 суток и 2-я партия – 16-18 суток инкубации при температуре 39,5 °С в течение 3 часов. Во 2-ой партии отмечен рост выводимости яиц и значительное снижение скорости метаболизма при отсутствии изменений в массе тела вылупившихся цыплят [127].

Согласно публикации результатов опыта по тепловому воздействию температурой 41 °С в течение 6 часов на цыплят возрастом 3 суток, обнаружилось значительное улучшение термотолерантности у цыплят, подвергшихся тепловому воздействию во время эмбриогенеза. При этом в опытной партии отмечалось снижение скорости метаболизма, гормонов щитовидной железы и концентрации кортикостерона в крови [167].

В других экспериментах хронический перегрев (38,5 °С) осуществлялся для партии куриных яиц с 18-го дня инкубации до вывода, в последний день инкубации у эмбрионов опытной партии был значительно более высокий уровень выработки тепла по сравнению с контролем [151].

Помимо исследований по влиянию периодических нагревов на развитие эмбриона и качество молодняка, существует так же ряд исследований, изучающих влияния периодических охлаждений.

Сравнительно давно была экспериментально доказана возможность воздействия на эмбриогенез и последующее развитие молодняка кур посредством охлаждений яиц в процессе инкубации [11, 69, 91, 137, 161]. В опыте Т.А. Залетаевой было установлено, что ежедневное 2-х кратное охлаждение яиц продолжительностью по 15-20 мин и температуре 30-32 °С стимулирует развитие эмбрионов, повышает показатели роста молодняка и приводит к более раннему наступлению половой зрелости [38].

В опыте Ф.Н. Кучеровой осуществлялось охлаждение куриных яиц в течение двух часов при 10 °С на 4-е и 16-е сутки инкубации с последующим их разогревом в течение одного часа при температуре 40 °С. В результате эксперимента отмечалось увеличение выводимости и качества молодняка [57].

Инкубация яиц кур с применением ежедневных охлаждений, два раза в сут-

ки по 1 часу при температуре 22-25 °С со вторых суток инкубации до вывода, позволила получить молодняк с улучшенным функционированием терморегуляторной системы организма [113].

А.У. Быховец в результате опытов по охлаждению инкубируемых яиц кур длительностью по 10-20 минут при температуре 30-35 °С 2-3 раза в сутки, установил, что в партиях яиц, подвергавшихся охлаждению, выводимость яиц увеличивается на 3 %, а сохранность молодняка в течение первого месяца – на 3,6 % [25].

Следует отметить, что данные исследования демонстрируют результаты опытов, при которых охлаждение яиц осуществляется в течение всего срока инкубации, в частности, в первой ее половине, когда эмбрион еще не продуцирует эндогенное тепло [91].

Было установлено, что в течение эмбрионального развития есть два важных периода: эндотермический, в начале инкубации, который длится около 8-9 дней и экзотермический, в конце инкубации, длящийся 7-8 дней (рис. 2). Между ними иногда упоминается стадия, называемая изотермической, она часто бывает очень короткой [154].

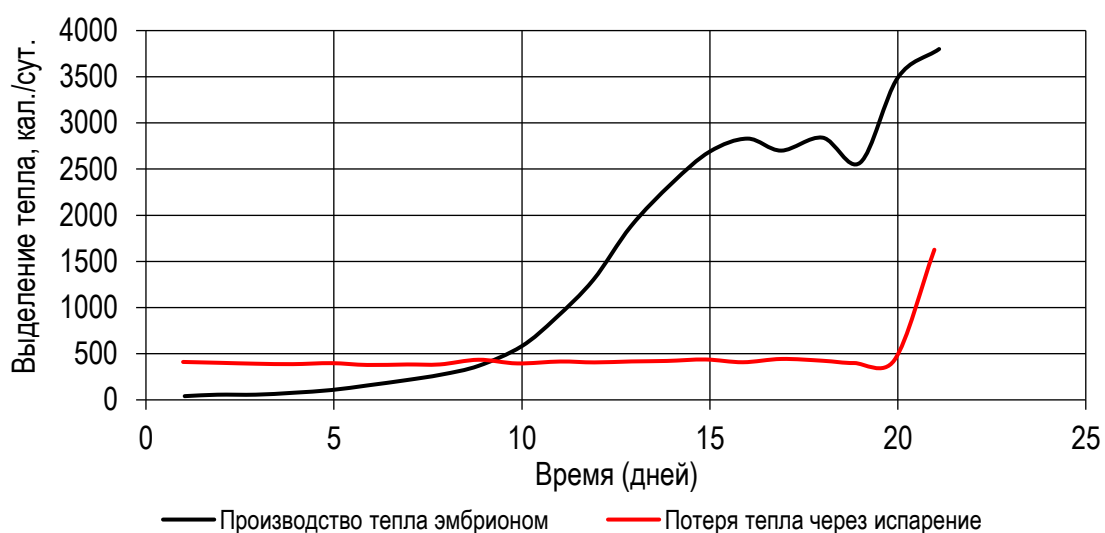


Рисунок 2 – Графики теплового баланса развивающегося эмбриона [154]

Данное исследование подтверждают ранние труды А.Л. Романова (рис. 3) [90].

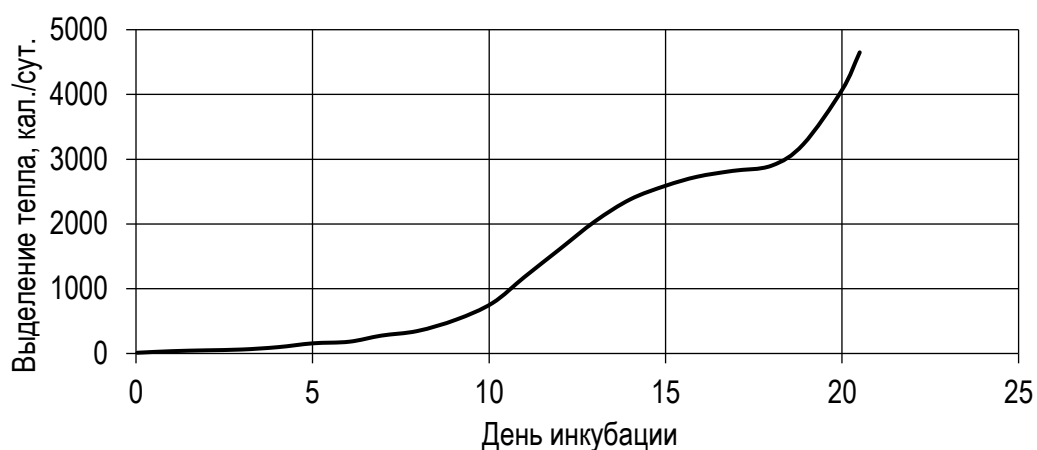


Рисунок 3 – Выработка тепла эмбрионом курицы [92]

Согласно сообщениям других исследователей, максимальная выводимость яиц кур достигается в случае, если в первой половине эмбриогенеза яйцо находится в термостабильной среде, температура которой, на сегодняшний день, принята равной 37,8 °С [139].

В.В. Рольник придерживалась позиции, что только со второй половины инкубации, а именно 12-13 суток, когда в амнион через серозо-амниотический канал начинает поступать белок, заглатываемый эмбрионом, у которого к этому времени начинается кишечное пищеварение эмбриона с прогрессирующим образованием и выделением через скорлупу яиц эндогенного тепла, целесообразно применение периодических охлаждений яиц кур [89].

В работах А.Я. Аврутиной демонстрируются результаты опытов стимуляции эмбриогенеза с применением периодических охлаждений яиц кур в инкубаторе. Установлено, что однократные ежедневные охлаждения яиц с 13-го по 19-е сутки инкубации длительностью 1 час при температуре 17-19 °С в период появления гомойотермности зародышей, оказывают положительное воздействие [2, 119].

В другом исследовании было изучено влияние охлаждений в разные периоды эмбриогенеза. Опытные партии яиц кур охлаждали до 19°С. Первую - на 2-е и 7-е сутки, вторую - с 8-х по 13-е сутки, третью - в завершающей стадии эмбриогенеза. Молодняк, полученный из 3-ей партии, характеризовался большей устойчивостью к тепловому стрессу [82].

Было установлено, что охлаждение яиц целесообразно во второй половине

эмбрионального развития, а результатом подобных температурных манипуляций с инкубируемыми яйцами становятся увеличение выводимости яиц и качества молодняка, тогда как охлаждения яиц в первой половине инкубации приводят к замедлению в развитии эмбрионов и удлинению срока инкубации яиц [119].

Результаты работы Л.Х. Гаркави подтверждают гипотезу о положительной роли охлаждений во второй половине инкубации на выводимость яиц и качество молодняка. В опыте по охлаждению инкубируемых яиц кур с 13-х по 18-е сутки инкубации, при ежедневном увеличении времени охлаждения, выводимость яиц в опытной группе повысилась на 3 %, а сохранность молодняка на 4,6 %) [3].

Согласно работе С.П. Тришечкина, в целях повышения устойчивости организма к внешнему воздействию, требуется поэтапно увеличивать силу раздражителя посредством увеличения продолжительности охлаждений яиц. По его мнению, характер температурного режима, свойственного естественному насиживанию яиц, предполагает частые довольно длительные периоды колебания температуры. Причем динамика данных изменений характеризуется наличием периодов как охлаждения, так и нагрева, данная особенность связана с покиданием наседкой кладки для кормления и дефекации. Также влияние на температурный режим естественного насиживания яиц оказывают манипуляции наседки с яйцами в момент их переворота. Тем самым зародыш в яйце при естественной инкубации развивается в условиях контраста температур, что значительно отличается от температурного режима искусственной инкубации яиц [109].

По мнению В.В. Рольник, положительная роль охлаждений яиц в процессе инкубации основана на сформированных эволюционно особенностях естественного насиживания яиц, при котором результатом естественного отбора стала необходимость в значительных колебаниях температуры для полноценного эмбрионального развития птиц [89].

Вместе с тем, следует учитывать, что значительное переохлаждение эмбрионов в процессе инкубации яиц приводит к отставанию в росте и развитии, которые характеризуются анемией у погибших эмбрионов, наличием большого числа задохликов, поздним наклевом и вылуплением молодняка. Вывод цыплят из яиц,

инкубированных при пониженных температурах, растянут, отмечаются атрофия аллантаоиса и увеличенное сердце. Остаточный желток – табачного цвета, содержимое кишечника часто окрашено в зеленый цвет. Нередко наблюдается отек в области шеи с гемморагиями или кровоизлиянием, а также отек пупочного кольца у эмбрионов и выведенного молодняка [15, 130, 153, 159].

Из результатов вышеприведенных экспериментов следует, что большое количество исследователей обращает свое внимание на положительное воздействие нестабильной температуры в процессе искусственной инкубации яиц, которое также является обязательным компонентом температурного режима естественного насиживания и играет важную роль в развитии эмбриона [6, 58, 127]. Однако, наряду с положительным эффектом, нередки случаи снижения выводимости яиц и качества молодняка. Учитывая повышенные требования эмбрионов мясных кроссов кур к температурному режиму инкубации яиц, ошибочные выводы о целесообразности той или иной температурной манипуляции в процессе инкубации значительно повышают риск снижения показателей выводимости яиц и качества молодняка.

Учитывая, что механизмы реакции эмбриона птиц на температурные манипуляции сформировались эволюционно и являются обязательным компонентом естественного насиживания яиц, обеспечивающего самые высокие показатели выводимости яиц, изучение особенностей изменений температурного режима яиц под наседкой является основой понимания положительного эффекта колебаний температуры окружающей среды на развивающийся зародыш.

1.2 Анализ существующих методик исследования параметров естественного насиживания

Средства технического контроля и мониторинга состояния сельскохозяйственных животных в последние годы получают все большее распространение [39, 40, 41]. Вместе с тем, большинство материалов по изучению температурного режима естественного насиживания яиц птиц представлено исследованиями в

естественной среде. Учитывая отсутствие отличий в механизме естественного насиживания яиц домашних и диких птиц, материалы, полученные в подобных исследованиях, могут быть использованы при разработке способов инкубации яиц сельскохозяйственной птицы.

По мнению А.М. Болотникова, температурный режим насиживания птиц уникален и не имеет аналогов среди прочих животных, размножение которых происходит посредством яйцекладки. Особенностью температурного режима яиц птиц в условиях естественного насиживания является узкий температурный диапазон, при большой амплитуде температурных колебаний. Колебания температуры при естественном насиживании яиц птиц в естественной среде обитания наблюдались в большом количестве исследований [10, 15]. В 77 кладках ржанкообразных, куриных и воробьиных птиц 16-ти видов, отмечалась температура 37,3-38,0 °С и около 10 охлаждений в сутки до температуры скорлупы 30,0 °С при этом птенцы вывелись из 86 % отложенных яиц [13].

В результате определения температуры естественного насиживания различных видов птиц было установлено, что температурный диапазон составляет 37,0-38,0 °С, а амплитуда колебаний температуры находится в диапазоне от 30,0 до 42,0 °С [14].

Было установлено, что температура гнезда и температура яиц подвержены воздействию двух групп факторов: факторы, влияющие на динамику теплопотерь – теплопроводность материала гнезда и атмосферное воздействие и факторы, обеспечивающие нагрев яиц – количество тепла, получаемое от наседки, и количество эндогенного тепла выделяемого эмбрионами [12, 59].

В работе Н.А. Литвинова, охватившей 13 видов, как диких, так и домашних птиц, приводятся данные по температурным режимам различных зон гнезда (табл. 2) [60].

Температурный режим гнезда диких птиц [60].

Вид	Температура
Индейка	16,7 - 39,8 °С
Курицы	36,5 - 39,2 °С
Чибиса	27,0 - 41,8 °С
Кроншнепа	37,3 - 39,3 °С
Пустельги	28,9 - 42,8 °С
береговой ласточки	34,5 - 41,0 °С
озерной чайки	25,4 - 40,0 °С
сизой чайки	30,5 - 41,5 °С

Результаты представленных исследований демонстрируют общность температурного режима естественного насиживания яиц различных видов птиц широким диапазоном колебаний температуры на поверхности яйца.

По мнению И.А. Шилова, наличие колебаний температуры яйца при естественном насиживании на всем сроке эмбриогенеза играет важную роль в развитии зародыша и является необходимым фактором для успешного вывода птенцов [115].

Следует отметить тот факт, что при естественном насиживании нагрев яйца осуществляется посредством контакта тела наседки со скорлупой и, учитывая разницу температур наседного пятна наседки и подстилки гнезда, в яйце формируется градиент температур. Диапазон температур градиента в значительной степени зависит от температуры атмосферного воздуха и теплопроводности материала гнезда. Величина градиента выражается в снижении температуры от верхней до нижней сторон яйца и у разных видов птиц может принимать различные значения [18, 51]. В таблице 3 представлены данные о градиенте температур в гнездах птиц.

Как указывает В.В. Борисов, температурный режим эмбриона при естественном насиживании яиц птиц находится под воздействием большого количества факторов, как связанных, так и не связанных с наседкой. В связи с этим поведение наседки на гнезде играет важную роль. Во многом температура в гнезде

зависит от цикличности в действиях наседки [17].

Таблица 3

Показатель температурного градиента в гнездах диких птиц [18, 51].

Вид	Температура
сизой чайки	1,3°C/см.
белой куропатки	4,7°C/см.
водоплавающих	2,0-3,9°C/см.

Было установлено, что температура в гнезде в разное время суток отличается. В частности, у дневных птиц температура в гнезде в ночное время более стабильна и выше на 1-2 °С. Данный факт легко объясним повышенной активностью дневных птиц в светлое время суток [14].

Существуют исследования, демонстрирующие зависимость двигательной активности наседки от температуры скорлупы яйца [33].

Согласно предположению, в наседном пятне содержатся терморцепторы. Подтверждением данной гипотезы является исследование динамики нагрева яйца после возвращения наседки на гнездо.

При возвращении белой куропатки на охлажденную кладку у птицы отмечалось резкое повышение частоты сердечных сокращений. После достижения температуры 39,0 °С на поверхности яйца, сердечный ритм возвращался к нормальным значениям. В случае если частота сердечных сокращений принудительно искусственно снижалась, продолжительность времени нагрева кладки увеличивалась на 30-50 % [131].

В исследовании гнездования белой куропатки А.В. Андреевым обнаружен значительный рост теплового потока после возвращения наседки на гнездо, с последующим снижением до стабильного уровня в течение 25-30 минут [5].

Исследованием У. Митгарда было установлено наличие множества артериовенозных анастомоз в наседном пятне серебристой чайки. Их диаметр в 3-8 раз больше, чем у капилляров, а их плотность в наседном пятне находится в пределах 320-560 на 1 см². Наличие в стенках анастомоз гладких мышечных волокон регулирует кровоток в наседном пятне, который увеличивается, когда птица са-

дится на кладку [143]. Таким образом, наседка может регулировать теплоотдачу в широком диапазоне.

Изменение положения яиц в гнезде также оказывает влияние на температурный режим эмбриона [12, 18].

Не менее важную роль при регистрации температуры естественного насиживания играет теплопроводность материала гнезда. В исследовании А.М. Болотникова гнездо рассматривается как самостоятельный фактор, влияющий на результаты естественного насиживания яиц птиц, в частности, предполагается, что параметры гнезда оказывают влияние на энергозатраты наседки при обогреве и повороте яиц [15]. В результате исследования толщины стенок гнезд сизых чаек было установлено различие толщины стенки в разные годы, что явилось основой для предположения, что температура окружающей среды в период строительства гнезда может оказывать влияние на его характеристики. Анализ корреляционной зависимости средних температур атмосферного воздуха и толщины стенок гнезда показал степень связи этих параметров ($R=0,98$) [18].

Из выше сказанного следует предположить, что в процессе эволюции у птиц сформировалось комплексное адаптационное гнездовое поведение, направленное на повышение выводимости птенцов и затрагивающее широкий спектр факторов. Исследования, направленные на детальное изучение естественного насиживания, являются основой для разработки оптимальных температурных режимов искусственной инкубации яиц [14].

Изучение температуры естественного насиживания предполагает использование специализированной аппаратуры, образцы которой изготавливались как в России, так и за рубежом [5, 19, 52, 53, 55].

Диапазон сложности устройств широко варьирует от простейших приборов, требующих непрерывного визуального мониторинга, до автоматизированных систем непрерывной записи. Возможные готовые решения базируются на использовании доступных бытовых приборов измерения параметров электрического тока, регистрирующих изменения сопротивления терморезисторов, размещаемых в гнезде. Учитывая широкий диапазон доступных терморезисторов как по массога-

баритным характеристикам, так и по стоимости, применение связки терморезистор-омметр позволяет получить простейший прибор дистанционного измерения температуры. Вместе с тем, для проведения подобных исследований необходимо использование таблиц и графиков перевода сопротивления в температуру или, в простейшем случае, предварительная градуировка терморезистора опытным путем посредством записи показаний омметра при определенных температурах.

Современные методы исследования предполагают одновременное использование нескольких термодатчиков с автоматической записью результатов измерений [16, 17].

Развитие технологий в области электроники с каждым годом позволяет ставить все более информативные эксперименты. Одним из наиболее современных исследований является работа интернациональной группы ученых, применивших для исследования перемещения в гнезде яиц и динамики изменений температуры в процессе естественного насиживания современные миниатюрные гироскопические, магнитные и температурные датчики. Муляж яйца, снабженный датчиками, термометром и логгером, помещался в гнезда диких птиц, что позволило получить высокоточные данные. Результат исследований, представленный на рис. 4, выявил значительное колебание температуры в гнезде, вследствие перемещения яиц наседкой [118].

Несмотря на то, что представленные данные, как и более ранние исследования, демонстрируют термонестабильность естественной инкубации яиц и важны для понимания температурного режима эмбриогенеза птиц, подобные исследования не могут служить основанием для разработки температурного режима искусственной инкубации в связи с тем, что не отражают истинной температуры эмбриона.

Существует направление исследований, изучающее тепловую инерцию яиц птиц с применением инвазивных датчиков температуры, позволяющих контролировать температуру в разных точках яйца. В результате опытов были построены графики зависимости температуры скорлупы и бластодиска от интенсивности и продолжительности внешнего температурного воздействия (рис. 5), однако, дан-

ное исследование представляет большой интерес для разработки режимов хранения инкубационных яиц, т.к. не учитывает изменения, связанные с развитием эмбриона [19].

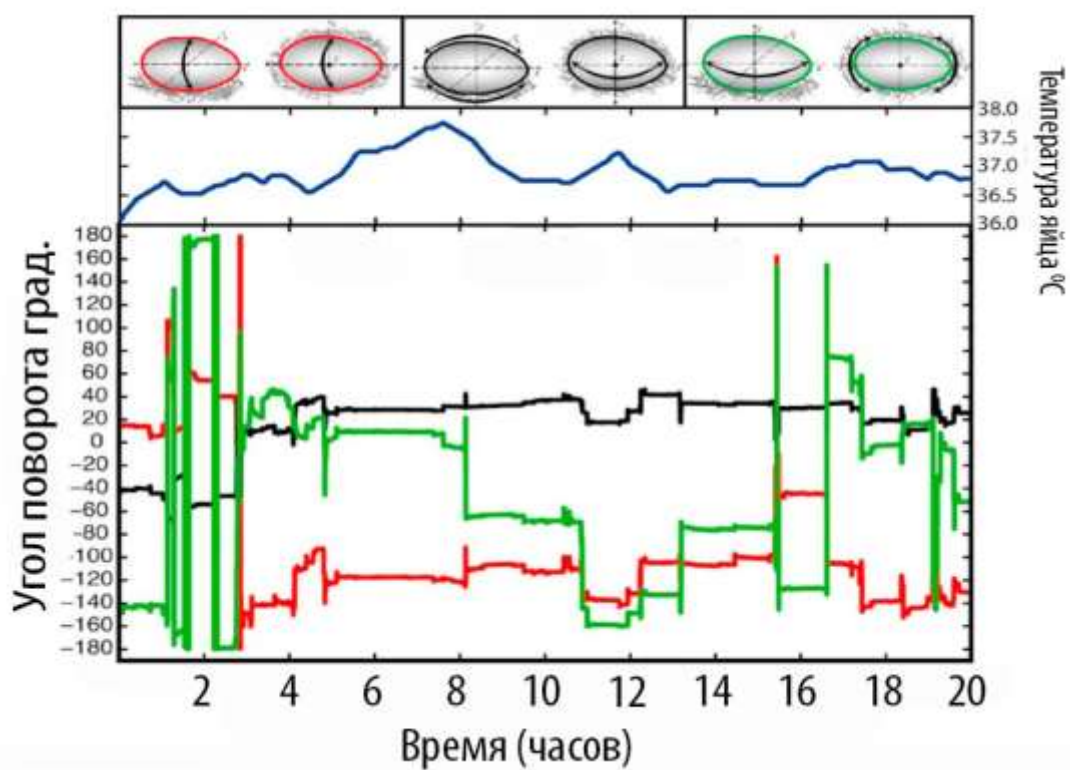


Рисунок 4 – Изменение температуры и положения яйца в гнезде чайки [118]

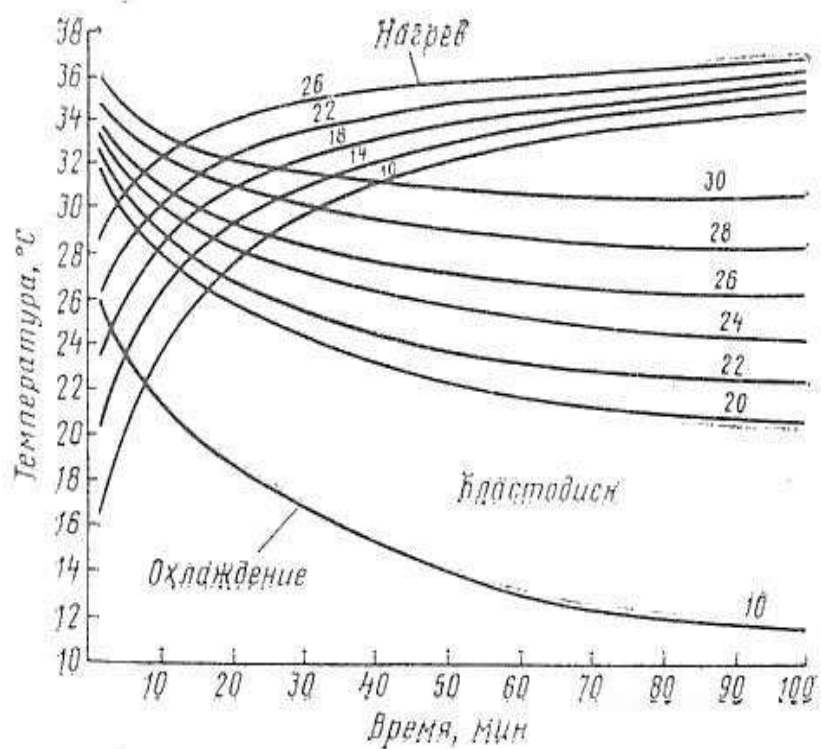


Рисунок 5 – Динамика нагрева и охлаждения неоплодотворенного яйца [19]

В целях получения достоверных данных об истинной температуре эмбриона птиц используются инвазивные исследования, предполагающие вживление термодатчиков в яйцо. Следует учитывать, что проведение подобных исследований всегда связано с высоким риском повреждения эмбриона.

Учитывая важность получения информации об истинной температуре эмбриона в процессе естественного насиживания яиц птиц, на сегодняшний день ведется поиск способа, позволяющего осуществлять регистрацию данного параметра неинвазивно, без повреждения скорлупы яйца.

Одним из косвенных параметров жизнедеятельности эмбриона, находящимся в непосредственной зависимости от его истинной температуры, является пульс, который также является одним из основных и старейших биомаркеров. Существуют исследования, доказывающие корреляцию пульса эмбриона птиц с изменением температурного режима [123]. Ряд современных исследований направлен на изучение возможности получения данных о пульсе эмбриона птиц без повреждения скорлупы [141]. К данным методам следует отнести: баллистографический (регистрация вибраций) [121, 135, 158], акустографический (исследование звуковых колебаний) [148, 152], и метод фотоплетизмографии (контроль изменения количества поглощаемого яйцом света) [141].

Метод баллистографии, регистрации вибраций, вызванных сократительной деятельностью сердца, давно и успешно применяется в медицинских исследованиях для диагностики сердечных заболеваний. Современный уровень техники позволил применить данный метод для изучения сердечной деятельности эмбриона птиц. Сокращения сердца и движение крови по сосудам перемещают тело зародыша, так же, как и человека, и в конечном итоге все яйцо, приходит в кардиогенное баллистическое движение [164].

Движение яйца определяется лазерным измерителем смещения (рис. 6) [147].

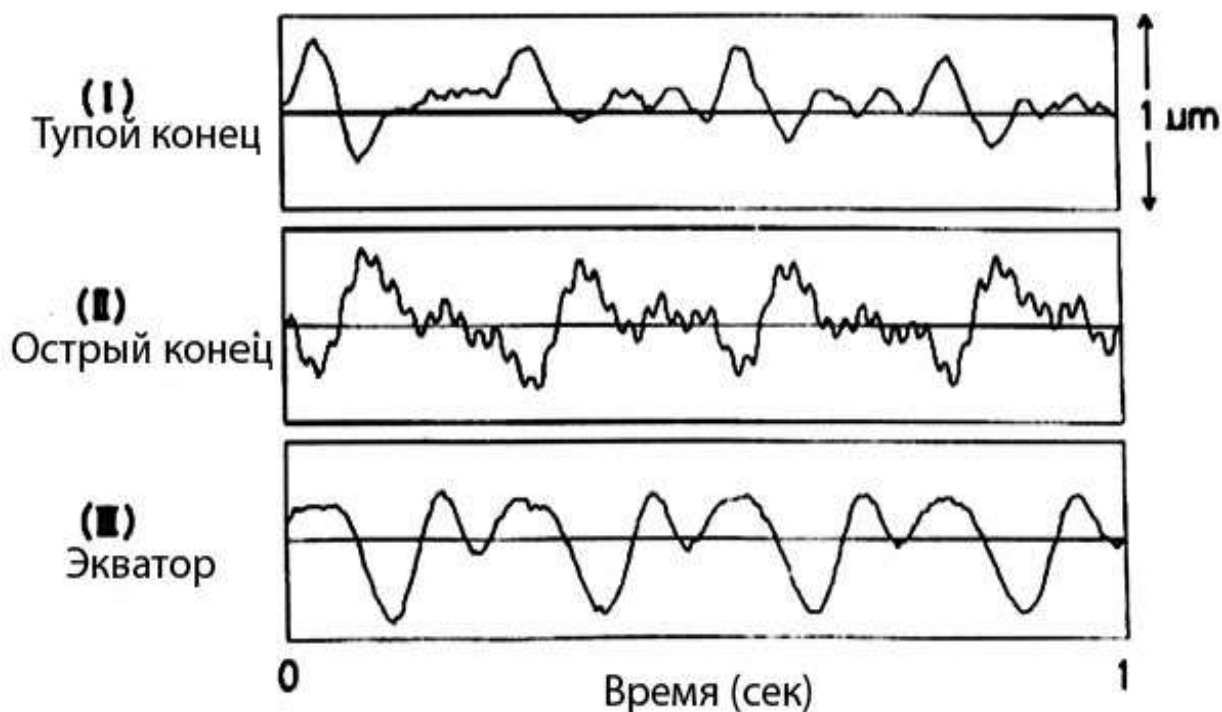
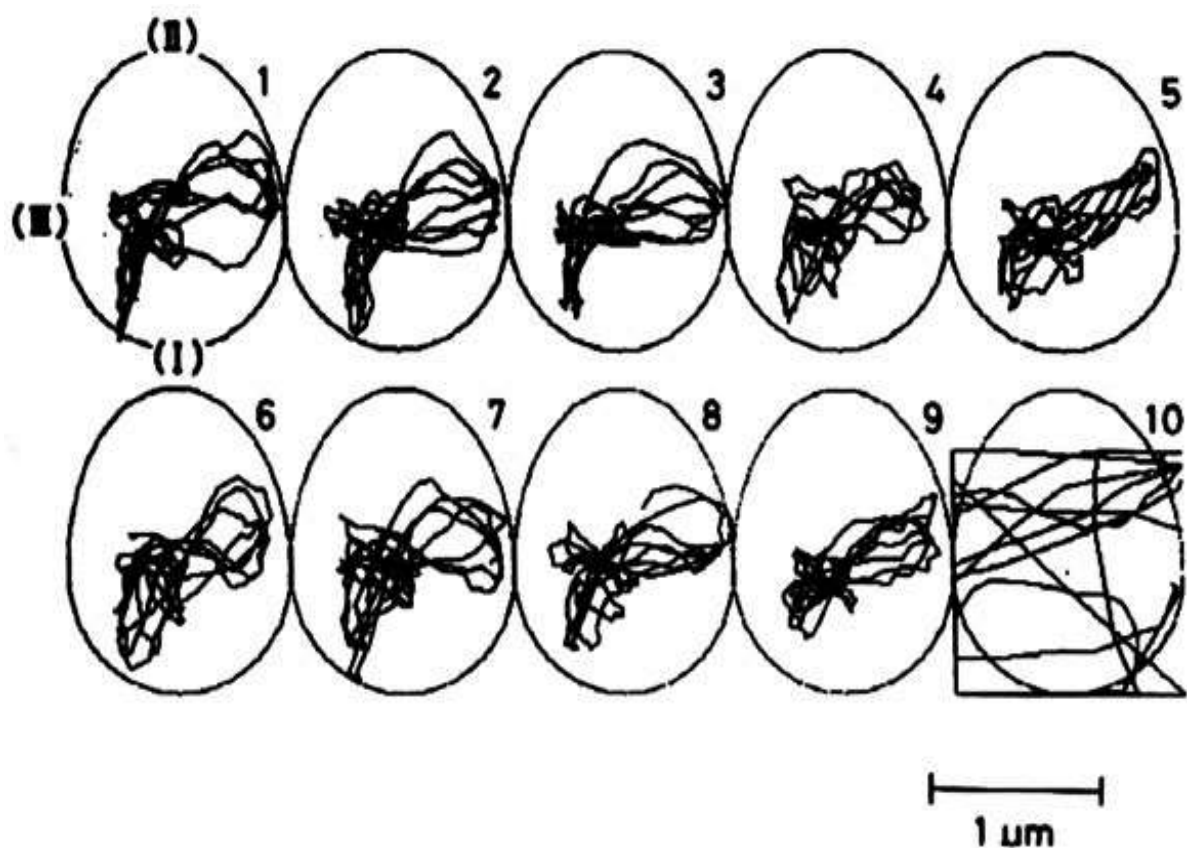


Рисунок 6 – Кардиогенные баллистические движения 16-ти дневного эмбриона курицы, записанные в течение 10-и 1-секундных периодов одновременно в трех участках яйца: (I) тупой конец, (II) острый конец и (III) экватор и траектории кардиогенных баллистических движений в том же яйце [147]

На изображениях 1-9 зафиксированы вибрации, связанные с сердечной деятельностью эмбриона, на 10-м изображении зафиксирован момент двигательной активности эмбриона.

Сердечная деятельность эмбриона формирует мелкие кардиогенные баллистические движения яйца. Регистрация движений яйца, обусловленных сердечной деятельностью, делает возможным неинвазивное измерения частоты сердечных сокращений эмбриона. Запись кардиогенных баллистических движений может быть обозначена, как баллистокардиограмма эмбриона [147].

Помимо использования дорогой лазерной техники существует несколько простых методов получения баллистокардиограммы эмбриона. Использование акустического микрофона, снабженного щупом, непосредственно контактирующим со скорлупой яйца, позволяет регистрировать частоту сердечных сокращений эмбриона. Акустический микрофон устанавливается в штатив для регулировки его высоты и угла наклона. Поскольку баллистические движения очень мелкие и легко могут быть загрязнены внешними вибрациями, и яйцо, и микрофон со щупом размещаются на платформе, подвешенной к потолку инкубатора. Для регистрации кардиогенных баллистических движений возможно также использование гибкой пьезоэлектрической пленки и электромагнитной индукционной катушки.

Сердцебиение эмбриона производит не только баллистические движения яйца, но и влияет на изменения акустического давления за пределами скорлупы. Конденсаторный микрофон, герметично закреплённый на скорлупе, способен регистрировать кардиогенные акустические колебания (рис. 7) [152].

Микрофон снабжен фантомным питанием 5-9 Вольт постоянного тока. Выходной сигнал усиливается на 40 дБ и фильтруется полосовым фильтром с шириной пропускания 2-12 Гц.

Сигнал, полученный в результате акустической регистрации сердечной деятельности, принято называть Акустокардиограммой (рис. 8) [152].

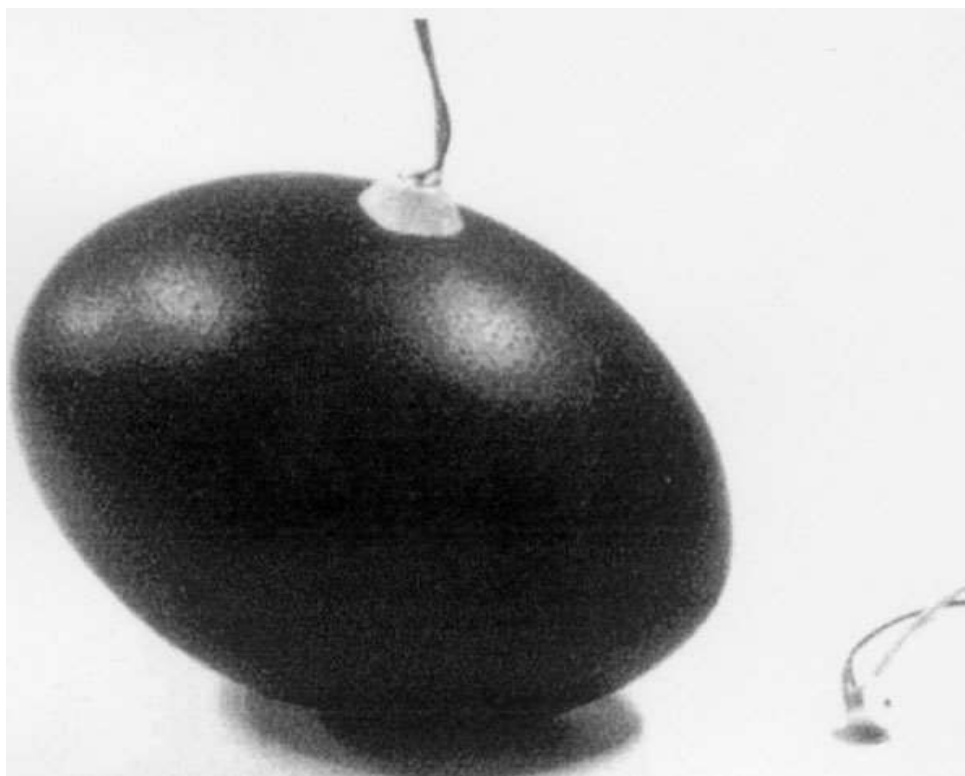


Рисунок 7 – Конденсаторный микрофон, герметично прикрепленный пластилином к скорлупе яйца Эму [152]

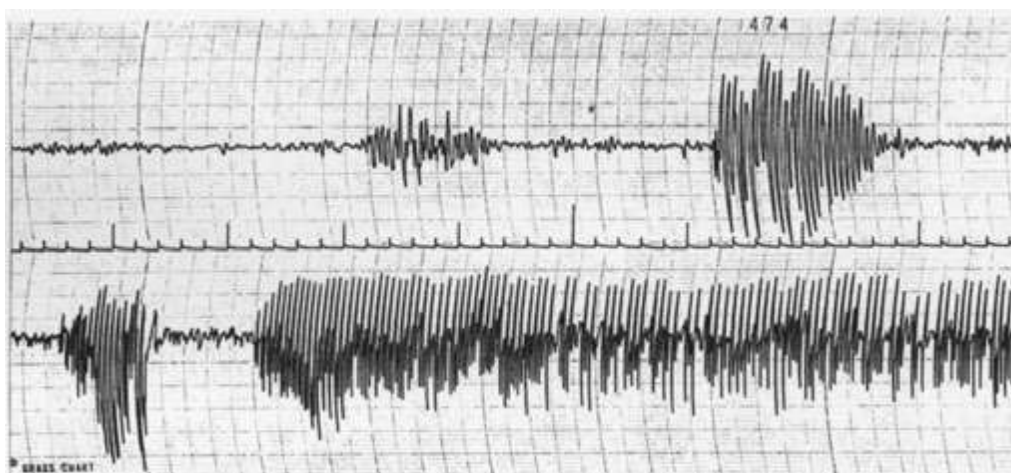


Рисунок 8 – Акустокардиограмма зародышей страуса в момент вылупления [152]

Обнаружение сердечной деятельности эмбриона птиц методами акустографии возможно и в случае, когда микрофон установлен над скорлупой, в случае, если в участке под скорлупой существует достаточный кровоток. Вместе с тем, применение акустографического метода затруднительно на поздних сроках эмбриогенеза, незадолго до вылупления, когда кровеносная система аллантаоиса пустеет. В яйце эму исследователи были вынуждены искусственно перфорировать

скорлупу в месте размещения микрофона на позднем сроке эмбриогенеза. Также играет роль участок скорлупы, на котором размещается микрофон [128].

Основой метода фотоплетизмографии является принцип измерения изменений объема кровеносных сосудов (рис. 9) за счет изменения объема крови, находящейся в них, вследствие сердечных сокращений [140, 147, 157]. Изменения могут контролироваться фотоплетизмографами, состоящими из фотоприемника, источника света, усилителя и регистратора [79, 83]. Исследуемый участок ткани просвечивается светом, который после рассеивания (или отражения, в зависимости от положения оптопары), попадает на фотоприемник. Интенсивность света, отраженного или рассеянного исследуемым участком ткани (органа), определяется количеством содержащейся в нем крови [68].

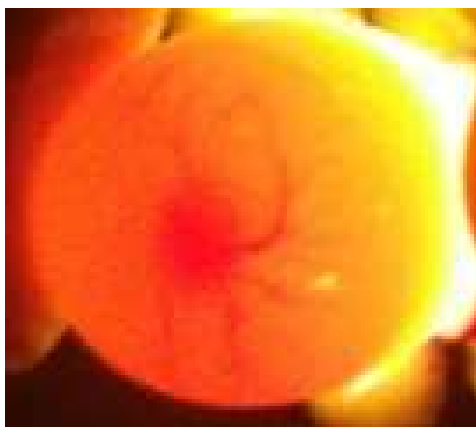


Рисунок 9 – Кровеносная система эмбриона курицы на 10-й день инкубации

Несмотря на визуальную прозрачность яиц со светлой скорлупой, наблюдение пульсации (рис. 10) человеческим глазом без использования технических средств не представляется возможным в связи малым значением дельты изменения значения светового потока.



Рисунок 10 – Осциллограмма светопропускающей способности яйца курицы, полученная методом фотоплетизмографии

Акусто- и баллистографические методы предъявляют крайне высокие требования к технической оснащенности лабораторий и на сегодняшний день не могут быть использованы в условиях производства, в связи с этим, особый интерес представляет оптический метод (фотоплетизмография) неинвазивного определения пульса эмбриона птиц [78, 101, 102, 105, 149]. По данному методу существуют запатентованные решения, однако, российская промышленность не производит приборов, позволяющих регистрировать пульс эмбриона птиц без разрушения скорлупы [48, 73].

Не менее важным, чем инструментальное измерение температуры эмбриона исследованием, является детальное изучение гнездового поведения птиц, которое и является причиной определенного температурного режима естественного насиживания яиц.

А.В. Кречмар разработал ряд автоматических фотоаппаратов, позволяющих с определенной частотой фотографировать наседку на гнезде, а также показания приборов контроля температуры, тем самым были получены данные о зависимости температуры от гнездового поведения наседки [53, 54, 55]. С. Хафторн применял в подобных исследованиях видеокамеры, которые позволяли осуществлять наблюдения круглосуточно [133].

Одним из первых исследователей, осуществившим наблюдения за гнездовым поведением кур был русский ученый-птицевод И.И. Абозин. Он установил, что наседка перемещает яйца в гнезде несколько раз в сутки, при этом более нагретые яйца перемещаются к периферии гнезда, а менее нагретые наседка клювом подкатывает под себя [1]. По прошествии длительного периода результаты наблюдений И.И. Абозина получили подтверждение в работах исследователей естественного насиживания яиц сельскохозяйственной птицы. Н.П. Третьяков установил около 30 перемещений яиц в сутки насиживающей курицы [108]. Д.А. Ковинько и И.Н. Бакаева отмечают, что утка перекачивает яйца один раз в час [50]. Наблюдениями А.В. Михеева и О.И. Семенова-Тян-Шанского за гнездованием тетеревиных птиц в естественной природе установлено, что яйца наседка перемещает в жаркую погоду до 38 раз, и менее 13 в дождливую [66, 96]. Обрат-

ную зависимость отметил Н.Н. Данилов в исследовании гнездования приполярных птиц - в ответ на похолодание количество поворотов увеличивалось [32].

Известно несколько способов регистрации перемещений яиц под наседкой. В основе способов подкладка муляжа или визуальное наблюдение. Учитывая, что наседка может воспринимать муляж иначе, чем настоящее яйцо, В.В. Борисовым был разработан прибор, позволяющий использовать живое яйцо в качестве датчика [17].

Принцип действия прибора основан на измерении электромагнитного поля вследствие изменения положения кусочков фольги, наклеенной на яйцо и регистрируемого катушкой, расположенной под гнездом.

Отдельным параметром естественного насиживания является количество времени, проводимое наседкой на кладке. В ряде публикаций данный параметр не имеет количественного значения, насиживание характеризуется, как плотное или неплотное [27, 63]. Подобная система оценки не позволяет анализировать представленные данные для целей обоснования и разработки инкубационных режимов. Значительно более информативны работы, оценивающие время насиживания количественно. Тайминг насиживания, выраженный в процентном соотношении отсутствия и пребывания наседки на гнезде, позволяет проводить сравнительные исследования. По данным А.М. Болотникова значение показателя плотности насиживания яиц у различных видов птиц колеблется в узком диапазоне и составляет от 85 до 95 % [14].

Для регистрации плотности насиживания яиц птиц используются механические, электромеханические и электронные устройства.

Примером электронного устройства может служить предлагаемый В.В. Борисовым регистратор, который обеспечивает запись регистрируемого показателя в течение суток. Датчиками регистратора являются 4 микропереключателя, замаскированные в подстилке гнезда, включение любого из которых приводит к срабатыванию электронной схемы [16].

Вместе с тем, следует учитывать, что плотность насиживания яиц птиц характеризуется не нахождением наседки на гнезде, а ее контактом с насиживаемым

яйцом. Исходя из этого, системы, не регистрирующие двигательную активность в гнезде, не позволяют получить всю полноту информации о плотности насиживания.

Следует отметить, что прямой перенос данных о параметрах естественного насиживания в искусственную инкубацию яиц птиц невозможен, значительные отличия в механизмах воздействия инкубатора и наседки на яйцо требуют математической обработки данных, получаемых в исследованиях естественного гнездования, для их использования в разработке новых режимов инкубации яиц.

1.3 Анализ материалов по математическому моделированию и расчету температурных режимов инкубации яиц птиц

Наиболее простым способом поиска оптимального режима инкубации является подбор температурного режима, обеспечивающего максимальную выводимость яиц, вместе с тем, следует учитывать, что данный способ требует значительных затрат как по времени, так и по количеству экспериментов.

Принимая во внимание широкий спектр современных инкубаторов, а также специфические особенности конкретных видов, пород и кроссов сельскохозяйственной птицы, эмпирический метод разработки режимов инкубации не может в полной мере реализовать требования, предъявляемые современным птицеводством.

Одним из возможных решений проблемы, является математическое моделирование процессов искусственной инкубации яиц, которое позволяет избежать ряда экспериментов и тем самым сократить затраты на разработку новых режимов инкубации.

Известна работа С.Н. Русака, в которой представлена математическая модель процесса нагревания бытового инкубатора емкостью 300 куриных яиц. Методами математического моделирования описаны процессы переноса тепла в облицовке и стенках корпуса инкубатора, представлены уравнения, учитывающие температуру в наружной стальной облицовке стенок корпуса, коэффициент тем-

пературопроводности материала, декартовы координаты точки тела и время. Отдельные уравнения описывают тепловой поток нагревателей и тепловые потоки через вентиляционные отверстия [95].

Известны также математические модели инкубируемого яйца. В работе С.В. Гветадзе яйцо представлено в виде однородного шара, в котором отсутствуют источники тепла. Уравнения математической модели данного исследования учитывают массу и удельную объемную теплоемкость яйца, коэффициент теплоотдачи от поверхности биологического объекта к окружающей среде, площадь теплоотдающей поверхности яйца, время и температуру окружающего воздуха [30].

В исследовании Ю.А. Колосова осуществлено математическое моделирование яйца в процессе инкубации с учетом выработки эмбрионом эндогенного тепла, а также в качестве формы объекта был принят эллипсоид. Представленная математическая модель предполагает равномерное распределение внутренних источников тепла по всему объему яйца. В уравнениях учитываются удельная плотность внутренних источников тепла, текущая пространственная координата от центра яйца, температуры окружающей среды (воздуха) и начальная температура яйца, радиус экваториального сечения яйца и коэффициенты тепло- и температуропроводности [155].

Наиболее полной на сегодняшний день математической моделью инкубируемого яйца можно считать работу В.А. Кулишовой, в которой яйцо рассматривается в виде объектов «шар в шаре» и «шар в эллипсоиде», а также учитываются отдельно теплофизические свойства белка, желтка, скорлупы и развивающегося эмбриона. В уравнениях предложенной модели присутствуют: удельная плотность внутренних источников тепла, текущая пространственная координата от центра яйца, начальные значения температуры, окружающей среды (воздуха), влажности и механического положения яйца, радиус экваториального сечения яйца, коэффициенты тепло- и температуропроводности и т.д. [56].

Несмотря на то, что при разработке рассмотренных выше моделей, были глубоко изучены тепловые процессы, как в яйце в процессе искусственной инку-

бации, так и в инкубаторе, представленные модели не учитывают температурный режим естественного насиживания яиц птиц, являющийся природным эталоном искусственной инкубации.

При наличии достаточного экспериментального материала по параметрам естественного насиживания, наиболее эффективным способом разработки температурного режима искусственной инкубации яиц представляется математический расчет температурного режима инкубации на основании параметров естественного насиживания.

1.4 Анализ существующих температурных режимов искусственной инкубации яиц

На сегодняшний день наиболее распространены следующие температурные режимы искусственной инкубации яиц сельскохозяйственных птиц: одностадийный, многостадийный, термоконтрастный. Каждый из этих режимов имеет достоинства и недостатки, что обуславливает их параллельное применение в современной искусственной инкубации яиц. Характерные особенности каждого из видов инкубации представлены в таблице 4.

Таблица 4

Сравнение режимов инкубации яиц сельскохозяйственных птиц

Режим Параметры	Одностадийный	Многостадийный	Термоконтрастный
Характеристика	Температура снижается в процессе инкубации ступенчато	Температура стабильна весь период инкубации	Температура понижается и повышается многократно
Техническая реализация	Желательно применение микроконтроллерного управления	Управление посредством термореле	Требуется микроконтроллер
Стоимость оборудования	В широком диапазоне	Средняя и высокая	Высокая
Выводимость яиц	Высокая	Средняя	Варьирует
Относительная стоимость инкубации одного яйца	Очень низкая	Низкая	Высокая
Реализация в промышленной инкубации	Распространено	Используется редко	Не используется

Особенности при инкубации высокопродуктивных мясных кроссов кур	Требует специальных методик для регулировки температуры в камере инкубатора	Не позволяет снизить температуру во второй половине эмбриогенеза	Отсутствуют рекомендации производителя инкубационных яиц
Реализация в условиях малых фермерских и приусадебных хозяйств	Распространено	Распространено	Используется редко
Достоинства	Реализуется на всех промышленных инкубаторах, соответствует рекомендованным производителем яиц режимам.	Регулировка температуры минимальна, возможна докладка яиц в любое время	При определенных режимах позволяет повысить выводимость яиц и качество молодняка
Недостатки	Экономически выгоден только при полном одновременном заполнении камеры инкубатора	Не обеспечивает рекомендованный производителем яиц режим инкубации	Высокие риски значительного снижения выводимости яиц и качества молодняка вследствие переохлаждения или перегрева

Одностадийный режим инкубации предполагает единовременное заполнение камеры инкубатора инкубационными яйцами. Данный режим инкубации яиц позволяет изменять температурный режим в процессе работы инкубатора с учетом требований эмбриона к снижению температуры внешней среды во второй половине эмбриогенеза.

Производители инкубационных яиц современных мясных кроссов кур в своих рекомендациях по инкубации указывают параметры инкубации в расчете на применение одностадийной инкубации и заявляемые ими показатели выводимости яиц рассчитаны на применение именно одностадийной инкубации [21]. Несмотря на существующие различия в рекомендуемых производителями яиц температурных режимах инкубации, все режимы обобщает тенденция к снижению температуры воздуха в камере инкубатора в процессе эмбриогенеза.

Различные производители инкубаторов и инкубационных яиц предлагают собственные температурные режимы одностадийной инкубации. Предполагается, что на процесс инкубации влияет не только настройки термостата, но и размеры инкубатора и характеристики яиц [129].

В случае, если используется бытовой инкубатор без функции программирования, производитель предлагает изменять температуру в соответствии с прилагаемым к инкубатору графиком.

В инструкции к Российскому инкубатору «Норма» указано, что весь период инкубации яиц температура воздуха в камере инкубатора поддерживается на значении 37,8 °С, а с началом массового вывода снижается на 0,5 °С [44].

У инкубаторов «Несушка» заводская установка температуры инкубации яиц составляет 38,0 °С, а при появлении первых птенцов производитель рекомендует снизить температуру на 0,5 °С [43].

Производитель инкубатора «Золушка» указывает в инструкции, что показания термометра должны быть 38,3-38,7 °С, рекомендует не допускать подъёма температуры выше 39,0 °С, а также информирует, что во второй половине инкубации температура в инкубаторе может слегка повыситься за счет тепла, выделяемого самими яйцами. В подобной ситуации рекомендуется следить за показаниями термометра и, в случае необходимости, осуществлять ручную регулировку температуры. При появлении птенцов на один день раньше срока, в дальнейшем необходимо немного уменьшить температуру в инкубаторе. При позднем появлении птенцов – увеличить [47].

Большинство зарубежных инкубаторов снабжены микроконтроллерами и позволяют использовать встроенные программы инкубации яиц.

Автоматический режим в инкубаторах «Бринси» предполагает инкубацию куриных яиц при температуре 37,4-37,6 на протяжении всего срока инкубации. В инструкции также указано, что «развивающиеся эмбрионы довольно терпимы к кратковременным перепадам температур, и пользователю не следует беспокоиться в отношении охлаждения, которое происходит во время проверки яиц, а температуры, превышающие рекомендуемое значение, могут быстро привести к отрицательному воздействию на скорость выведения яиц, поэтому их следует избегать» [45].

Согласно руководству по эксплуатации инкубатора R-com 50 pro, оптимальная температура инкубации яиц основных видов птиц на ранней и средней

стадиях составляет 37,5 °С, а температуру в заключительной стадии лучше установить на 37 °С за три дня до предполагаемой даты выведения птенцов [46].

В промышленной инкубации регулировка температуры в инкубаторах осуществляется специалистами по инкубации на основании рекомендаций производителя инкубационных яиц.

Французская компания Хаббард (в 2018 году вошла в компанию Авиаген), производитель высокопродуктивных кроссов Иза, в своем пособии по инкубации яиц детально рассматривает особенности эмбриогенеза мясных кроссов кур. По мнению специалистов Хаббард, важнейшим параметром инкубации яиц, влияющим на протекание эмбриогенеза, является температура. Акцентируется внимание на выделении эмбрионами эндогенного тепла и том, что понятие «восприятие» тепла отличается от понятия «выделение» тепла; первое находится в сильной зависимости от окружающей яйцо среды, второе же является результатом метаболизма эмбриона. Учитывая, что скорость теплообмена зависит от разности между внутренней температурой яйца и температурой окружающей среды, так как выделение температуры эмбрионом меньше потери тепла через испарение в течение первых 8-9 дней инкубации, температура внутри инкубатора должна быть выше, чем температура эмбриона. И, наоборот, с 9-10 дня инкубации, выделение тепла эмбрионом становится больше, чем теряется через испарение, поэтому установочная температура инкубатора должна быть ниже температуры эмбриона [93]. Следует учитывать, что исследование Н.А. Френча показало, что окружающий яйцо воздух может быть барьером для теплообмена. Этот барьер иногда в 100 раз более эффективен, чем непосредственно само яйцо. Важно, чтобы скорость воздуха внутри инкубатора была достаточной, чтобы разрушить воздушный барьер вокруг яйца [129]. В компании считают, что скорость движения воздуха оказывает незначительный эффект на потерю воды во время инкубации, тем самым снимается ограничение по скорости воздуха. В пределах одного инкубатора, однако, скорость воздуха может быть различной (от 0,2-0,3 м/с до 3-4 м/с) и, очевидно, что разность температур яйца и окружающей среды больше, когда скорость воздуха низкая [129].

Из материалов исследования зависимости температуры эмбриона и температуры в камере инкубатора становится ясно, что установленная в инкубаторе температура воздуха не указывает на действительно воспринимаемую эмбрионом и, поэтому, необходимо рассмотреть другие индикаторы воспринимаемой температуры.

По мнению специалистов Хаббард, наиболее доступным способом определения истинной температуры эмбриона является контроль температуры скорлупы. Следует отметить, что разность между температурой скорлупы и эмбрионом, по их мнению, обычно не превышает 0,1-0,2 °С. Таким образом, предлагается адаптировать температуру инкубатора, согласно зарегистрированной температуре скорлупы.

Н. А. Френч сделал следующие выводы из исследований [129]:

- для большинства кроссов цыплят оптимальная температура инкубации яиц находится между 37,0-38,0 °С (98,6-100,4 °F), хотя вывести можно при колебаниях температуры от 35,0 до 40,2 °С (95,0-104,4 °F);

- эмбрионы более чувствительны к высокой температуре, нежели к низкой;

- эффект точности соответствия оптимальной температуре зависит от интенсивности и продолжительности периода, в который это произошло;

- эмбрионы более чувствительны к точному соответствию оптимальной температуре в начале, а не в конце инкубации.

Наблюдения Е.Декупера совпадали с этими выводами, он установил температуру скорлупы при инкубации яиц, обеспечивающую максимальный вывод, между 37,0-38,0 °С (98,6-100,4 °F); оптимальной была 37,8 °С (100,0 °F) [160].

А. Лоуренс достиг лучших выводов и качества цыплят, когда температура скорлупы была 37,8 °С (100,0 °F) во время всего периода инкубации яиц [139]. Согласно тем же исследователям, температура скорлупы яйца в течение первой недели 36,7 °С является недостаточной, задерживает эмбриональное развитие и может поставить под угрозу систему терморегуляции цыпленка в течение первых 7 дней после вывода.

Р. Моленар отметил, что температура скорлупы яиц 37,5-38,0 °С (99,5-100,4 °F) во время всего периода инкубации дает лучший вывод и высокое качество цыплят [144].

Е. Декупер и Х. Митчелс отметили, что температура инкубации яиц не должна отклоняться более $\pm 0,3$ °С от заданного значения (37,8 °С – 100,0 °F) [124].

В качестве рекомендаций температурного режима инкубации яиц родительского стада кур кросса Кобб 500, компания «Cobb-vantress» рекомендует использовать показатели температуры согласно таблице 5 [92].

Таблица 5

Рекомендованный температурный режим для кур кросса Кобб 500 [92]

День	Установленная температура		Температура скорлупы (°F)	Вентиляция
	Минимум (°F)	Максимум (°F)		
0	100,4	100,5	-	0 %
1	100,4	100,5	100,0-100,2	0 %
2	100,2	100,3	100,0-100,2	0 %
3	100,2	100,3	100,0-100,2	0-10 %
4	100,0	100,1	100,0-100,2	0-10 %
5	99,9	100,0	100,0-100,2	10-20 %
6	99,9	100,0	100,0-100,2	10-20 %
7	99,8	99,9	100,0-100,5	20-30 %
8	99,8	99,9	100,0-100,5	20-30 %
9	99,7	99,9	100,0-100,5	30-40 %
10	99,5	99,8	100,0-100,5	30-40 %
11	99,2	99,6	100,0-101,0	40-50 %
12	98,8	99,2	100,0-101,0	40-50 %
13	98,5	99,0	100,0-101,0	40-50 %
14	98,3	98,8	100,0-101,0	50-60 %
15	98,0	98,5	100,0-101,0	50-60 %
16	98,0	98,5	100,0-101,0	50-60 %
17	98,0	98,5	100,0-101,0	60-70 %
18	98,0	98,5	100,0-101,0	60-70 %

Другой лидер мясного птицеводства – компания Авиаген, производитель высокопродуктивного мясного кросса кур Росс 308, в своем техническом пособии «Рассмотрение методики инкубации» сообщает, что зародыш нормально переносит охлаждение, однако, даже кратковременный перегрев может вызвать появле-

ние физических дефектов, неправильное положение эмбриона или привести к гибели. Компания рекомендует вместо механического следования температурной программе инкубатора контролировать температуру скорлупы яиц для предупреждения перегрева эмбрионов. Как сказано в руководстве, для данной цели можно использовать сравнительно недорогой инфракрасный термометр, например, Braun Thermoscan, который показывает точную температуру в диапазоне температурного режима инкубатора. Измерять температуру следует у экватора яйца, а не над воздушным мешком.

Компания также акцентирует внимание на том, что все инкубационные шкафы имеют «горячие точки» и «холодные точки». При этом важно контролировать, чтобы эмбрионы, находящиеся в горячей точке, не перегревались в период с 16-го по 18-й день инкубации. Идеальная температура поверхности яйца, по мнению компании Авиаген, составляет 37,8 °С, однако, ближе к концу периода инкубации, допускается температура скорлупы 38,3 °С, что не дает при этом отрицательных последствий. Однако, более высокая температура скорлупы яиц может иметь негативные последствия, а температура 39,4 °С и выше имеет значительное негативное влияние на выводимость яиц и качество цыплят [106].

Компания «Pas Reform Hatchery Technologies» (Нидерланды) предлагает собственный график температур инкубации яиц, однако, тоже основанный на измерении температуры скорлупы (табл. 6) [94].

Таблица 6

Установленные величины температуры, рекомендованные для инкубирования яиц пород коричневой несушки и мясных кур (PasReform) [94]

День инкубации	Возраст эмбриона, ч	Средняя температура на поверхности яйца		Установленная в инкубаторах температура			
		°С	°F	Для яичных кур		Для мясных кур	
				°С	°F	°С	°F
1	0	37,8	100,0	38,0	100,4	38,0	100,4
4	72	37,8	100,0	37,9	100,2	37,7	99,9
7	144	37,8	100,0	37,8	100,0	37,7	99,9
10	216	37,8	100,0	37,8	100,0	37,6	99,8
13	288	37,8	100,0	37,6	99,7	37,3	99,2
16	360	38,3	100,9	37,4	99,4	36,8	98,3
19	432	38,8	100,8	36,9	98,5	36,4	97,5

Вместе с тем, для понимания возможности использования рекомендованного метода определения температуры скорлупы яиц в условиях малых фермерских и приусадебных хозяйств, следует детально рассмотреть рекомендацию компании Хаббард по методике проведения замеров [93].

Измерение температуры скорлупы:

- 1) Используйте ручной инфракрасный термометр.
- 2) Измеряйте температуру по центру яйца, 15 яиц из центра инкубационного лотка.
- 3) Прodelайте это с 3-4 лотками из разных мест инкубационного шкафа.
- 4) Не записывайте температуру неоплодотворенных яиц или с погибшим эмбрионом.
- 5) Подсчитайте среднюю температуру и ее однородность.
- 6) Отрегулируйте настройку температуры инкубатора, согласно полученным данным.

При этом, производитель рекомендует выдерживать термометр в течение 15 минут до измерений в инкубаторе, а сами замеры проводить внутри инкубатора с закрытой при помощи ассистента дверью.

Учитывая размеры инкубаторов, которые обычно применяются в малых фермерских и приусадебных хозяйствах, полностью выполнить рекомендации производителя инкубационных яиц становится невозможно. Применение указанного выше способа при открытой дверце инкубатора требует значительной скорости и сноровки от оператора и не может гарантировать высокую точность измерений.

В целом, одноступенчатая инкубация дает возможность увеличить вывод молодняка на 3-8 %, улучшить его качество (однородность по живой массе и развитию). В дальнейшем молодняк лучше растет, повышается его сохранность, снижается конверсия корма. Еще одно преимущество этого способа – возможность санации инкубатора после каждого цикла инкубации, которая снижает опасность распространения инфекционных заболеваний. Одностадийная закладка всегда считалась лучшим вариантом, в том числе и в практике отечественной ин-

кубации [87].

В отличие от одностадийной инкубации, многостадийная не предполагает изменения температуры в процессе инкубации. Несмотря на то, что результаты инкубации при таком температурном режиме обычно ниже, достоинствами данного режима являются простота настройки инкубатора и возможность докладывать в инкубатор свежеснесенные яйца по мере их поступления. Для малых фермерских и приусадебных хозяйств данный способ зачастую является единственно возможным. Для повышения выводимости яиц, при одностадийной инкубации, применяют эмпирические способы обеспечения наиболее подходящей температуры для яиц на разных сроках инкубации, в частности, используют неоднородность температур в камере инкубатора, которая в устаревших моделях может достигать 2 °С, размещая лотки с яйцами, находящимися на более поздних сроках эмбриогенеза, в наиболее холодные зоны или добавляя свежеснесенные яйца к более развитым, к завершению инкубации, при плотной укладке яиц в лотки. Однако, для инкубации яиц мясных кроссов кур, требующих особенно точной регулировки температур, данный способ является наименее результативным.

Наиболее перспективным на сегодняшний день считается термоконтрастный режим инкубации яиц, при котором периодические охлаждения камеры инкубатора частично имитируют температурные изменения, присутствующие при естественном насиживании. Ряд производственных испытаний термоконтрастного режима показал увеличение выводимости яиц и качества молодняка. Несмотря на то, что основой данного способа являются этологические наблюдения в природе и данные, полученные с применением технических средств контроля температуры в гнезде, отсутствие данных об истинной температуре эмбриона под наседкой вынуждает осуществлять подбор оптимальных значений термоконтрастных режимов инкубации эмпирически.

Наиболее доступными для реализации в любых типах инкубаторов являются способы, в которых охлаждение осуществляется посредством механического открывания двери инкубатора, при которых яйца охлаждаются за счет конвекционного поступления воздуха из помещения инкубатория в камеру инкубатора.

Существует способ стимуляции развития эмбрионов, включающий охлаждение яиц кур в процессе инкубации, отличающийся тем, что, с целью увеличения живой массы цыплят, путем повышения адаптационной способности организма, охлаждению подвергают яйца с 13-го по 19-ый день инкубации в течение 1 ч при 17-19 °С [82].

Известен способ, при котором осуществляют инкубацию яиц кур мясных и яичных кроссов с 1 по 3,5 сутки при температуре 37,8-38,0 °С, влажности – 61-64 %, с 3,5 по 11,5 сутки – 37,7-37,8 °С, влажности – 50-54 %, с 11,5 по 18,5 сутки – 37,4-37,5 °С, влажности – 38-42 %. На 6,5, 8,5, 11,5 сутки производят однократное охлаждение яиц до температуры 32 °С, с 12 по 18 сутки ежедневно охлаждают яйца до температуры 30 °С [77].

Запатентован способ, при котором инкубацию куриных яиц осуществляют суточными циклами при температуре 36-38 °С в сочетании с 30-ти минутным сеансом аэроионизации в сутки. Суточный цикл включает 4 периода. В первый период яйца инкубируют в температурном диапазоне 37,6-37,8 °С. В течение второго периода яйца подготавливают к сеансу аэроионизации. Понижают температуру до 36 °С и выдерживают в этом температурном режиме в течение не менее 1 часа. Далее цикл переходит в третий период. В начале третьего периода повышают температуру до 38 °С и включают аэроионизатор. Сеанс аэроионизации проводят 30 минут с концентрацией аэроионов 105 ион/см³. По завершению сеанса аэроионизации начинают проводить четвертый период инкубационного цикла. Температуру понижают до 36 °С и выдерживают в течение 1-1,5 часа. По прошествии 1-1,5 часа температуру восстанавливают до 37,6-37,8 °С и выдерживают в течение астрономических суток до следующего цикла [76].

Также существует способ искусственного выведения молодняка птицы, сущность которого состоит в том, что температуру воздуха в инкубационном шкафу непрерывно изменяют периодически в диапазоне между минимальным (32-36 °С) и максимальным (39-42 °С) ее значениями с частотой цикла охлаждение-нагревание 0,5-2 цикл./ч. Изменение температуры производят, регулируя мощность, подводимую к электрическим нагревателям, и степень открытия вен-

тиляционных заслонок [74].

Наиболее близким к температурному режиму естественного насиживания является способ инкубации яиц, при котором в шкаф, загруженный инкубируемыми яйцами, два раза в сутки (утром и вечером) вдувают холодный воздух, понижая тем самым температуру воздуха в шкафу до 33 °С. Во время охлаждения нагреватели и увлажнители отключают. Продолжительность охлаждения составляет 10-15 мин. При температуре 33 °С поступление холодного воздуха в инкубационный шкаф прекращают и включают нагреватели. Продолжительность восстановления температуры воздуха до 37,5 °С составляет 30 мин [72].

Для реализации термоконтрастного режима инкубации яиц было разработано устройство автоматического управления тепловыми режимами работы, включающее таймер с реле и термoneзависимый резистор с нормально замкнутым контактом. Нормально замкнутый контакт реле подключен параллельно к термoneзависимому резистору таким образом, что, размыкаясь, периодически подключает его последовательно к штатному термопреобразователю терморегулятора инкубатора. Кроме того, устройство дополнительно снабжено звуковой сиреной, управляемой терморегулятором инкубатора [75].

Зарубежные инкубаторы Brinsea оснащены функцией охлаждения яиц. Программа инкубатора позволяет выбрать продолжительность охлаждения из нескольких вариантов (60, 120, 180, 240, 300 или 360 минут), кратность охладений в сутки фиксированная, однократная.

Учитывая, что большинство современных промышленных инкубаторов позволяют программировать температурный режим в широком диапазоне температур при высокой частоте дискретизации по времени, применение новых температурных режимов лимитируется исключительно их наличием и не влечет значительных экономических затрат на внедрение.

Следует отметить тот факт, что представленные патентованные решения по реализации термоконтрастного режима инкубации яиц имеют зачастую значительные отличия, и, несмотря на демонстрируемые показатели повышения выводимости яиц и качества молодняка, данные режимы не являются рекомендован-

ными производителями инкубационных яиц. В данной ситуации птицеводы малых фермерских и приусадебных хозяйств сталкиваются с проблемой самостоятельного поиска оптимального температурного режима из представленных вариантов. Учитывая значительные финансовые и временные потери, связанные с подобным поиском, значительное количество птицеводов предпочитает отказаться от самостоятельной инкубации яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур с использованием термоконтрастных режимов инкубации.

Учитывая стабильно высокие результаты естественного насиживания, к настоящему времени сформировалась область научных исследований, в которой ставится целью приближение температурного режима искусственной инкубации яиц сельскохозяйственной птицы к условиям, в которых протекает эмбриогенез при естественном насиживании.

Выводы

В заключении можно отметить следующее:

- температурный режим искусственной инкубации яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур имеет значительные отличия от инкубации яиц традиционных пород кур, связанные с повышенным выделением эмбрионами эндогенного тепла и снижением жизнестойкости молодняка. Для получения высоких показателей выводимости яиц и качества молодняка требуется применение специализированных режимов инкубации;
- решающее значение в развитии эмбриона играет его истинная температура;
- основными факторами естественного насиживания, влияющими на истинный температурный режим эмбриона, являются: температурный режим в гнезде в процессе насиживания и поведение наседки;
- учитывая, что выводимость яиц при естественном насиживании приближается к 100 %, изучение и анализ механизмов естественного насиживания являются основой для разработки температурных режимов искусственной инкубации;

- на сегодняшний день отсутствует методика точного длительного мониторинга истинной температуры эмбриона птиц в процессе естественного насиживания;

- адаптация температурного режима естественного насиживания в целях разработки режима искусственной инкубации яиц требует математической обработки;

- в надежных источниках отсутствует информация о температурных режимах инкубации яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур в условиях малых фермерских и приусадебных хозяйств.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Программа экспериментальных исследований

Для достижения цели работы и решения поставленных задач была сформирована общая программа исследования, включающая 4 основных этапа:

1. Исследование выводимости яиц родительского стада и зоотехнических показателей эмбрионального и постэмбрионального развития кур кросса Кобб 500 при естественном насиживании и искусственной инкубации.

2. Разработка методики инструментального мониторинга температурного режима естественного насиживания в лабораторных условиях и мониторинг требуемых параметров в течение всего периода насиживания.

3. Обоснование режима инкубации яиц, основанного на результатах инструментального контроля естественного насиживания, а также разработка устройства для его реализации.

4. Сравнительное исследование выводимости яиц родительского стада и зоотехнических показателей эмбрионального и постэмбрионального развития кур кросса Кобб 500, полученных с применением разработанного и традиционных режимов инкубации.

Для оптимизации и структурирования, а также, принимая во внимание тот факт, что большинство основных пунктов программы исследования представляют собой комплекс решений, связанных с остальными пунктами программы, была составлена детализированная схема, включающая в себя все компоненты диссертации и демонстрирующая их связи (рис. 11). При планировании экспериментов использовали методики Мельникова [62].

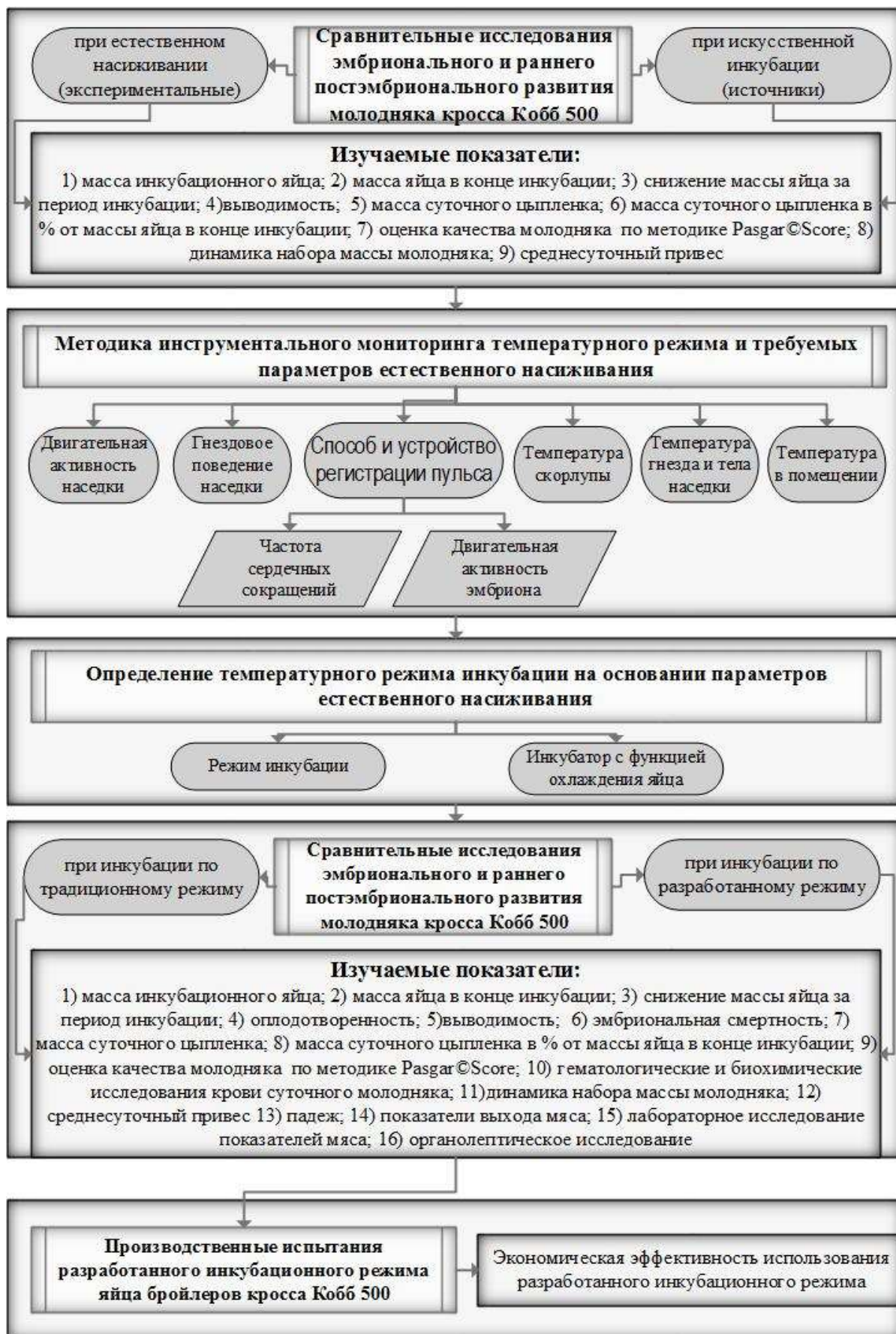


Рисунок 11 – Общая схема исследования

2.2 Методика проведения экспериментальных исследований

2.2.1 Общие сведения

Экспериментальные исследования параметров естественного насиживания и сравнительные опыты по искусственной инкубации яиц, использованные в рамках подготовки научной квалификационной работы «Совершенствование инкубации яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур в условиях крестьянско-фермерских хозяйств», осуществлялись в созданной в целях проведения настоящего исследования лаборатории на базе инкубатория заповедника «Галичья гора» ФГБОУ ВО «ВГУ» (Российская Федерация, Липецкая область, Задонский район, село Донское, заповедник «Галичья гора»).

Математический расчет параметров инкубации яиц, основанный на результатах мониторинга естественного насиживания, а также разработка устройства для его реализации были выполнены на кафедре технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности Воронежского ГАУ (Российская Федерация, Воронежская область, Воронеж, ул. Тимирязева, д.11).

Лабораторные биохимические и гематологические исследования осуществлялись в ОГБУ «Липецкая областная ветеринарная лаборатория» по адресу: Российская Федерация, Липецкая область, г. Липецк, ул. Гагарина, д. 60.

Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса осуществлялась в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Липецкой области» по адресу: Российская Федерация, Липецкая область, г. Липецк, ул. Гагарина, 60а.

Производственные испытания проводились на базе ООО «Задонская инкубаторная станция» по адресу: Российская Федерация, Липецкая область, Задонский район, г. Задонск, ул. Бебеля, д. 109.

2.2.2 Методика исследований эмбрионального и раннего постэмбрионального развития молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при естественном насиживании в сравнении с нормируемыми показателями

Задача исследования – изучить различия в выводимости яиц, эмбриональном и постэмбриональном развитии молодняка высокопродуктивных мясных кроссов кур, полученных при естественном насиживании и искусственной инкубации. Объектом исследований были инкубационные яйца родительского стада кур кросса Кобб 500 и полученный из них молодняк.

Для опыта было отобрано 12 яиц, из которых по принципу сбалансированных групп-аналогов, были сформированы 3 партии по 4 яйца. Общая продолжительность опыта составила 61 день.

Яйца из всех партий развивались при естественном насиживании 3-я курами бентамской породы по 4 яйца под наседкой, относительная влажность в помещении с наседками составляла $60 \pm 5 \%$, температура в помещении составляла $23 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$.

После вывода цыплята содержались в клетках, на слое опилок, совместно с наседками, доступ к воде и корму обеспечивался круглосуточно, температура в помещении $23 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. При кормлении использовались корма и схема кормления компании «Purina» таблицы 7 и 8.

Таблица 7

Схема кормления бройлеров компании «Purina»

Наименование корма	Старт (3166)	Рост (3266)	Финиш (3366)
Возраст птицы	0-10 дней	11-29 дней	30-50 дней

Таблица 8

Информация о кормах

Основные показатели питательности	Пищевая ценность			Единицы
	Старт (3166)	Рост (3266)	Финиш (3366)	
Обменная энергия, мин	12,34 ((2950))	12,76(3050)	13,59 (3250)	МДж/кг (Ккал/кг)
Сырой протеин, мин	225,00	210,00	175,00	г/кг
Сырой жир, мин	25,00	25,00	40,00	г/кг
Сырая клетчатка, макс	38,00	45,00	50,00	г/кг
Лизин, мин	13,00	11,50	9,80	г/кг

Метионин + цистин, мин	9,30	9,00	7,30	г/кг
Кальций, мин	8,00	6,60	6,20	г/кг
Кальций + фермент, мин	9,00	7,60	7,20	г/кг
Переваримый фосфор, мин	4,50	3,80	3,60	г/кг
Витамин А	11500,00	9500,00	7000,00	МЕ/кг
Витамин D3	3500,00	3000,00	2500,00	МЕ/кг
Витамин Е	60,00	40,00	20,00	мг/кг

Состав:

Зерновые, шроты, сырье животного происхождения, продукты переработки сои, пшеничный продукт, зернопродукты, зернобобовые, масло растительное стабилизированное, протеиновый концентрат, витаминно-минеральный премикс (в т.ч. витамин Е-аналог), аминокислоты, соль, сода, известняк, холин хлорид, макроэлементы, бетаин гидрохлорид, кокцидиостатик, кормовой антибиотик, фитогеники, закрепитель гранулы, антиоксидант, ферменты.

Прим: Финиш (3366) не содержит кокцидиостатик и кормовой антибиотик.

Общая схема исследования представлена на рисунке 12.

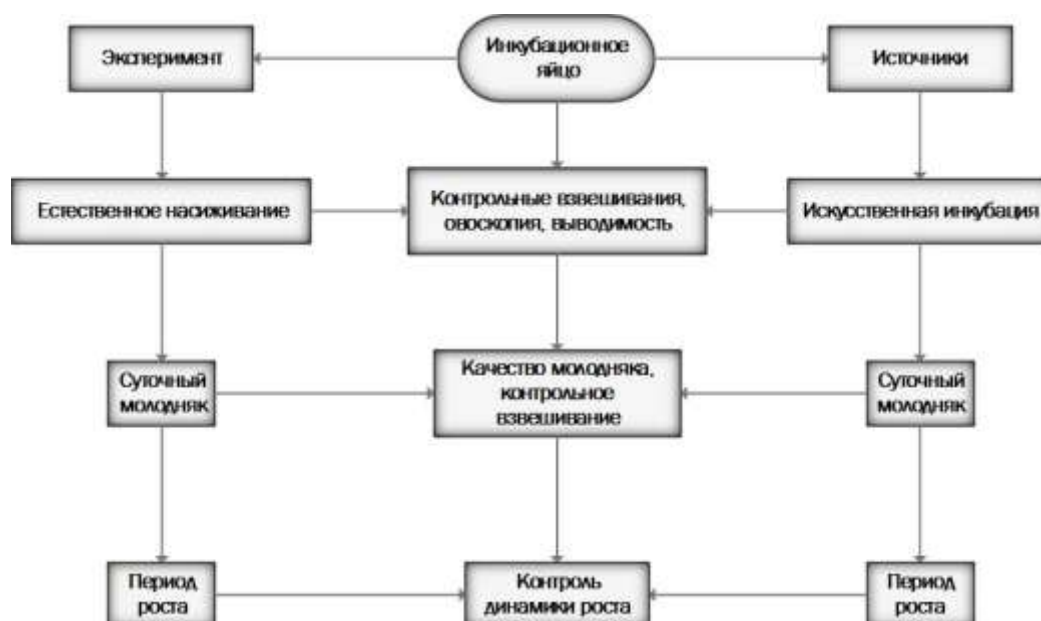


Рисунок 12 – Схема сравнительного исследования естественного насиживания и искусственной инкубации яиц родительского стада кур кросса Кобб 500

Исследовались следующие показатели:

- оплодотворенность яиц определялась на овоскопе на 7-е сутки инкубации
- контрольные взвешивания яиц и суточного молодняка осуществлялись на электронных весах с точностью до 0,01 грамма.

- потерю массы яйцом -Y за период инкубации определяли по формуле $Y = 100 - \frac{M_k * 100}{M_n}$ где M_k – масса яйца в конце инкубации, M_n – масса яйца в начале инкубации

- выводимость яиц – X, определялась по формуле $X = \frac{A}{B-C} * 100$ где В - количество заложенных яиц, С - количество неоплодотворенных яиц, А – количество выведенных цыплят.

- качество молодняка оценивалось по методике Pasgar©Score

- контрольные взвешивания цыплят в период роста осуществлялись на электронных весах с точностью до 1 грамма.

- среднесуточный прирост живой массы определяли по материалам ежедневных взвешиваний молодняка.

Полученный материал обработан на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel.

Статистически значимыми считали различия при: * - $P \geq 0,95$; ** - $P \geq 0,99$; *** - $P \geq 0,999$.

2.2.3 Методика инструментальных исследований параметров естественного насиживания

2.2.3.1 Лаборатория и оборудование для проведения исследований

При создании лаборатории учитывались следующие факторы:

1. В процессе эксперимента в непосредственной близости будут находиться животные, содержание которых предполагает наличие пыли и повышенную влажность, и электронные компоненты и приборы для которых пыль и влажность представляют опасность.

2. Несмотря на то, что продолжительность насиживания у домашней курицы составляет 19-21 день, полный цикл эксперимента может продолжаться несколько месяцев. Продолжительность периода, за который наседка адаптируется к новым условиям содержания, начнет яйцекладку, а в дальнейшем начнет насиживать яйца, может значительно отличаться в зависимости от индивидуальных особенностей.

3. Несмотря на тщательную подготовку, особенности работы с живыми животными предполагают возникновение ситуаций, при которых эксперимент преждевременно прервется и его придется начинать сначала, это может значи-

тельно продлить общую продолжительность исследования.

4. Животные требуют ежедневного обслуживания, а применяемые системы аварийной сигнализации могут сработать в любое время суток. Необходимо иметь возможность доступа в помещение лаборатории в любой день и в любое время. В отсутствие дежурного персонала важную роль играет удаленность лаборатории от места проживания исследователя. Зачастую достаточно своевременно поправить яйцо с закрепленным датчиком под наседкой, чтобы избежать необходимости повторять весь цикл эксперимента с нуля.

5. Первое время, пока идет настройка оборудования, исследователь проводит в лаборатории много времени; минимальный комфорт в виде хорошей вентиляции, отопления и освещения положительно влияет на работоспособность.

Учитывая изложенные выше факторы, для помещения лаборатории было выбрано одно из свободных помещений технического здания площадью 20 м² с отдельным входом с улицы. Внутри помещения лаборатории был собран бокс из пластиковых панелей площадью 6 м², снабженный отдельной от основного помещения вентиляцией (рис. 13). Здание находится в шаговой доступности от жилых домов.



Рисунок 13 – Общий вид лаборатории

В связи с малой численностью содержащейся в помещении птицы постоянно действующая принудительная вентиляция не применялась, однако, был уста-

новлен датчик контроля CO₂. В дальнейшем было установлено, что в отсутствие человека в помещении, уровень углекислого газа не поднимается выше допустимых значений 500ppm, однако, при длительном нахождении экспериментатора в помещении уровень CO₂ поднимался до уровня ≥ 3000 ppm. Проблема была решена подключением к датчику приточного вентилятора. При повышении уровня CO₂ выше значения 600 ppm включался приточный вентилятор.

Помещение лаборатории располагалось в цокольном этаже здания, естественное освещение было недостаточным, и помещение, в котором содержались наседки, освещалось люминесцентными лампами с управлением таймером [29].

Птицы содержались в клетках, размещенных одна над другой вдоль стен, в три яруса (рис. 14) [23, 24].



Рисунок 14 – Клетки с наседками

В период яйцекладки и до начала плотного насиживания наседки содержались совместно с петухами, однако, присутствие нескольких животных в клетке являлось дополнительным фактором беспокойства. Оптимальным способом отделения насиживающей птицы от остальных был признан способ, при котором в отдельную клетку отсаживались петух и куры, которые еще не приступили к насиживанию, несмотря на то что момент отлова является стресс-фактором и для насиживающей птицы; во всех случаях наседки возвращались в гнезда в течение

нескольких десятков минут.

Обеспечение наседок водой и кормом осуществлялось с помощью автоматических кормушек и поилок. Было отмечено, что некоторые наседки настолько плотно сидят на гнезде, что не выходят кормиться и сильно теряют в весе. Решением данной проблемы стало размещение кормушки максимально близко к входу в гнездо. При таком размещении кормушки проблема потери веса вследствие отказа от корма, была решена.

В качестве корма нами использовались полнорационные корма компании Purina.

Для комфортной работы экспериментатора и возможности применять приборы низкой защищенности от внешних воздействий (влажность, пыль), оптимальным решением стало размещение всех приборов и персональных компьютеров в боксе, построенном внутри помещения для содержания птицы (рис. 15).



Рисунок 15 – Работа в лаборатории

Малая удаленность расположения бокса от клеток позволила проложить кабели от датчиков, размещенных в гнездах, непосредственно в бокс и, несмотря на лимитированные силой сигнала длины кабеля, избежать необходимости размещения электронных интерфейсов и усилителей в помещении с клетками. Учитывая, что даже незначительные колебания температуры могут оказывать негативное воздействие на точность настройки температурных датчиков, построенных по

принципу делителей напряжения, температура воздуха в боксе с электронными компонентами поддерживалась с точностью $\pm 0,5$ °С. Термостабильность в боксе обеспечивалась применением термореле, управляющего электрическим тепловентилятором.

В электроснабжении лаборатории был применен дифференцированный подход по качеству электрической энергии в зависимости от параметров конкретных потребителей. Учитывая, что общая электрическая мощность, потребляемая лабораторией, может составлять более 3 кВт и часть потребителей требует бесперебойного питания, потребители электрической энергии были поделены на категории.

1. Не предъявляющие требований к качеству электрической энергии, не требующие бесперебойного питания (нагревательные приборы).

2. Предъявляющие требования к качеству электрической энергии, не требующие бесперебойного питания (мониторы).

3. Не предъявляющие требования к качеству электрической энергии, требующие бесперебойного питания (приборы с импульсными блоками питания).

4. Предъявляющие требования к качеству электрической энергии, требующие бесперебойного питания (приборы с трансформаторными блоками питания).

Первая категория оборудования подключалась непосредственно к электрической сети. Вторая через стабилизаторы напряжения. Для подключения третьей категории использовались бытовые источники бесперебойного питания, особенностью которых является отсутствие стабилизации напряжения при работе от сети и значительные искажения синусоидальности напряжения при работе от аккумулятора. Четвертая категория оборудования подключалась через профессиональные источники бесперебойного питания, обеспечивающие стабилизацию при работе от сети и минимальные искажения синусоидальности напряжения при работе от аккумулятора. Применение подобной схемы позволило значительно снизить стоимость оборудования для обеспечения работы лаборатории в течение одного часа в случае отсутствия электрической энергии в приходящей сети. На слу-

чай более длительного отсутствия электроэнергии было предусмотрено подключение аварийного бензинового генератора.

Эксперимент предполагал регистрацию следующих параметров естественного насиживания: температура скорлупы яиц, температура среды (тело наседки и гнездовой материал), частоту сердечных сокращений и двигательную активность эмбриона, двигательную активность и поведение наседки. При выборе технических решений для контроля данных параметров в расчет принимались факторы стоимости оборудования и качества регистрируемых параметров. Применение отдельного бокса для размещения всех электронных компонентов, за исключением самих датчиков, позволило избежать использования специализированных приборов повышенной степени защиты, тем самым был значительно расширен диапазон типов устройств, при ощутимом снижении финансовых затрат [71, 156].

В исследовании использовались следующие приборы и устройства:

Для контроля температуры скорлупы яиц и температуры среды, окружающей яйцо (тело наседки и подстилка гнезда), использовался термометрический комплекс собственной разработки (рис. 16). В качестве датчиков температуры применялись высокоточные малогабаритные NTC термисторы B57861-S 103-F40, 10 кОм, 1 %, изготовитель Epcos, подключенные по схеме делителя напряжения, с возможностью подстройки каждого канала измерения температуры подстроечным резистором.

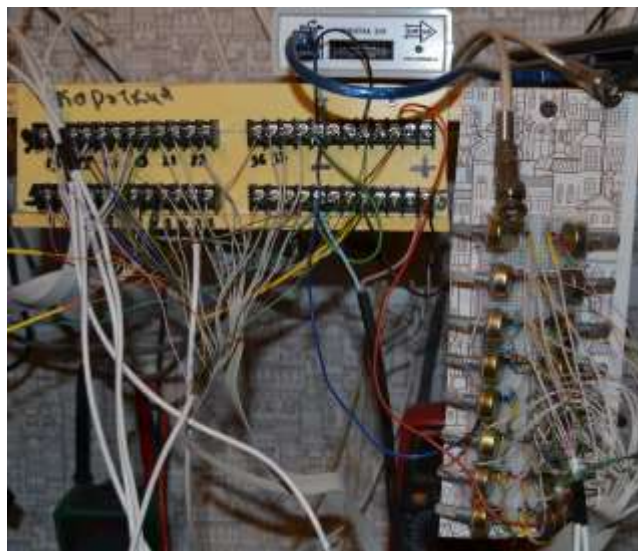


Рисунок 16 – Термометрический комплекс

Регистрация изменений напряжения, вызванных изменением сопротивления термистора, являющегося компонентом делителя напряжения, осуществлялась программно-аппаратным комплексом «цифровой многоканальный самописец» S-Recorder-E. Оцифрованный поток данных поступал на персональный компьютер и сохранялся в файлах в программной среде программно-аппаратного комплекса. Результаты измерений передавались для последующей обработки в MS Excel штатными средствами программы самописца.

Пересчет показателей напряжения в значения температуры осуществлялся по табличным значениям и ГОСТ 11282-93 Резистивные делители напряжения постоянного тока.

Термисторы закреплялись к исследуемым яйцам при помощи двустороннего скотча, при этом, скотч из вспененного полиуретана одновременно выполнял функцию теплоизолятора, как для терморезисторов, расположенных непосредственно на скорлупе, позволяя измерять истинную температуру скорлупы, так и для внешних термисторов, которые, располагаясь на термоизолированной подложке, не подвергались тепловому воздействию от яиц и позволяли измерять истинную температуру окружающей среды или тела насадки (рис. 17).



Рисунок 17 – Яйцо с прикрепленными термисторами

Для мониторинга изменений частоты сердечных сокращений, вызванных колебаниями температуры эмбриона, были разработаны: способ неинвазивного контроля сердечного ритма эмбриона и устройство для его реализации (прил. А).

Общий вид лабораторного комплекса контроля и регистрации частоты сердечных сокращений и двигательной активности эмбриона птиц представлен на рис. 18.



Рисунок 18 – Общий вид лабораторного комплекса контроля и регистрации частоты сердечных сокращений и двигательной активности эмбриона птиц

Способ основан на методе фотоплетизмографии, использующем принцип измерения изменений объема кровеносных сосудов возникающих вследствие изменения объема крови, находящегося в них, вследствие сердечных сокращений, при котором исследуемый участок ткани просвечивается светом, который после рассеивания (или отражения, в зависимости от положения оптопары), попадает на фотоприемник. Интенсивность света, отраженного или рассеянного исследуемым участком ткани (органа), определяется количеством содержащейся в нем крови (рис. 19) [67].



Рисунок 19 – Расположение светодиодов фотоплетизмографа

Была разработана принципиальная схема устройства регистрации сердечных сокращений эмбриона птиц (рис. 20).

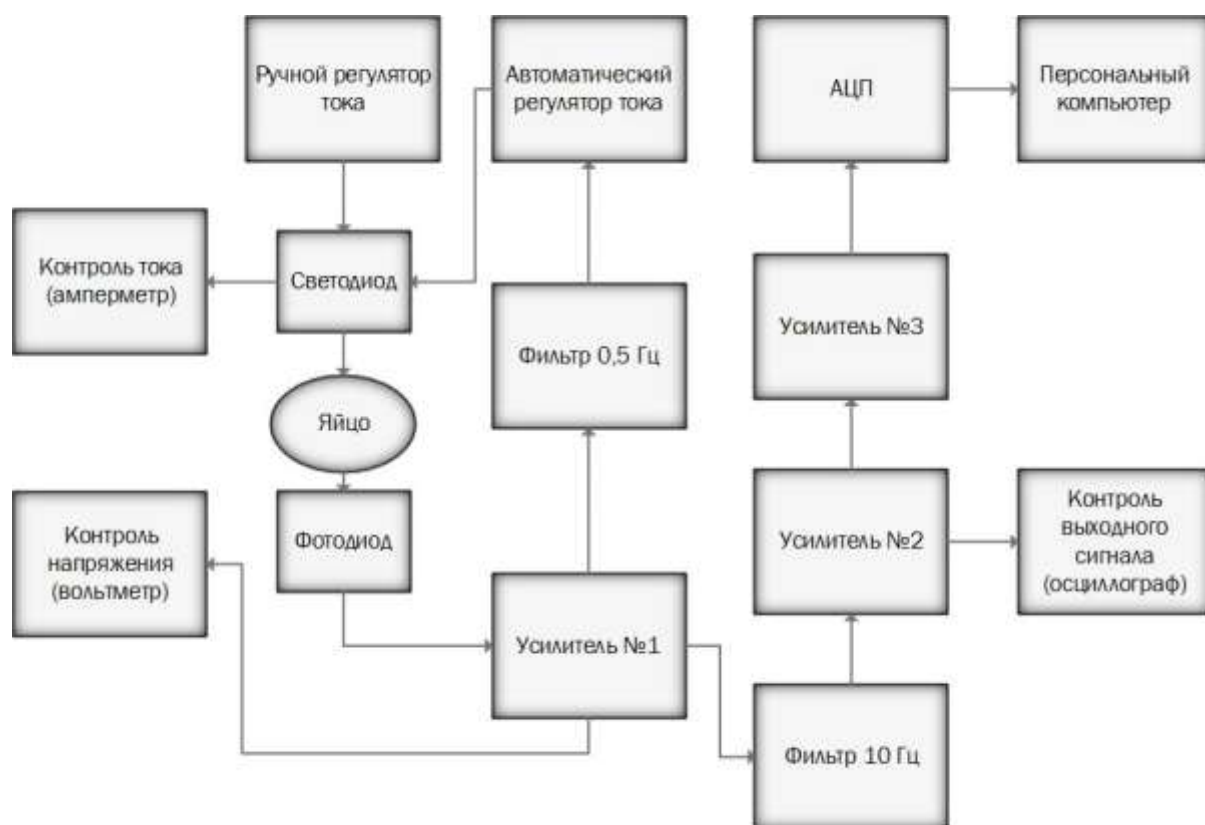


Рисунок 20 – Принципиальная схема прибора регистрации ЧСС эмбриона птиц

В качестве источника света используются светодиоды ИК-диапазона; проходя через исследуемое яйцо, свет попадает на фотодатчик, сигнал которого уси-

ливается усилителем № 1, на усилитель № 1 поступает весь сигнал, включая постоянную составляющую. На выходе усилителя № 1 напряжение контролируется вольтметром для предотвращения превышения максимальной освещенности датчика. Далее сигнал направляется на два фильтра, фильтр с частотой среза 0,5 Гц используется перед автоматическим регулятором тока, обеспечивающим автоматическую регуляцию интенсивности свечения светодиодов. Данный фильтр устраняет влияние на яркость свечения светодиода краткосрочных изменений освещенности фотодатчика, вызванных сердечными сокращениями и движениями эмбриона в яйце. Также возможна ручная регулировка тока питания светодиодов при помощи ручного регулятора тока. В связи с тем, что в устройстве используются ИК-светодиоды и визуальный контроль представляет определенные сложности, для контроля потребляемого светодиодами тока, используется амперметр.

Фильтр с частотой среза 10 Гц расположен между усилителем № 1 и усилителем № 2. Данный фильтр устраняет внешние оптические и электромагнитные помехи, а также постоянную составляющую. После фильтра с частотой среза 10 Гц сигнал поступает на усилитель № 2, к выходу которого подключен усилитель № 3 и осциллограф. Усилитель № 3 обеспечивает на выходе амплитуду напряжения, необходимую для аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), оцифрованный сигнал поступает в компьютер для дальнейшей обработки и визуализации.

В качестве фоточувствительного датчика был выбран высокочувствительный фотодиод BPW34, подключенный совместно со специализированным операционным усилителем MCP604 (рис. 21) [4, 49].

В данной схеме коэффициент усиления регулируется изменением номинала резистора R2 отрицательной обратной связи и позволяет изменять коэффициент усиления в широком диапазоне.

Учитывая низкую светопроницаемость яйца на завершающей стадии эмбриогенеза, в качестве источников света были применены мощные ИК-светодиоды TSAL5100 с мощностью излучения 130 мВт.

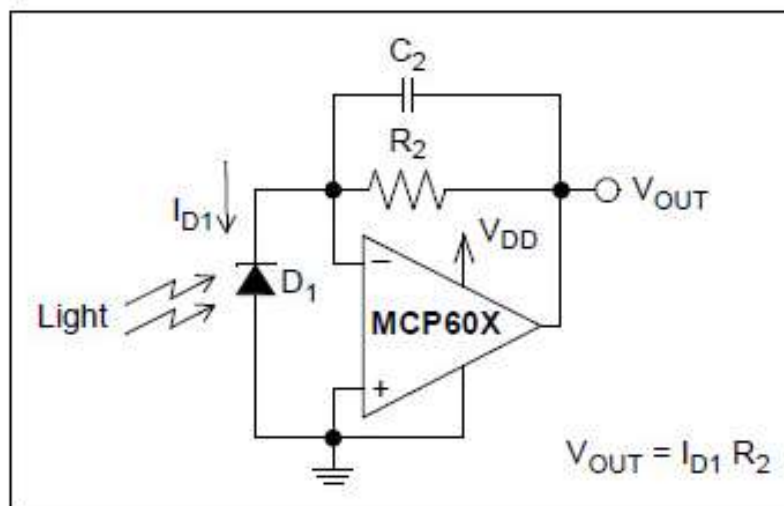


Рисунок 21 – Схема подключения операционного усилителя MCP 604 [49]

Для первого каскада усиления используется специализированный операционный усилитель MCP604, а с учетом удаления постоянной составляющей и того, что часть амплитуды полезного сигнала принимает отрицательные значения, в качестве последующих усилителей 2-го и 3-го каскадов были использованы широкодоступные операционные усилители с биполярным питанием UA 741 [114].

Необходимые добротность, крутизну и частоту среза фильтра в данной схеме обеспечило применение фильтров Саллена-Кей (рис. 22), а учитывая то, что микросхема MCP 604 разработана для применения в составе данного фильтра и помимо канала, используемого усилителем 1, имеет три свободных, для уменьшения массогабаритных параметров и повышения помехоустойчивости вследствие уменьшения количества проводников платы, в качестве активного компонента фильтра были использованы свободные каналы микросхемы MCP 604.

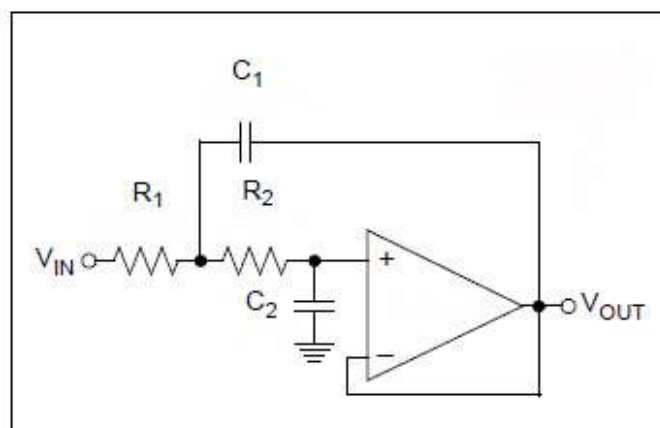


Рисунок 22 – Схема фильтра низкой частоты Салена-Кея на базе операционного усилителя MCP604

Первичная разработка электронной схемы осуществлялась параллельно двумя методами: виртуально в программе моделирования и анализа электрических схем Multisim 12 (Electronics Workbench) (рис. 23) и с использованием измерительных приборов на макетной плате.

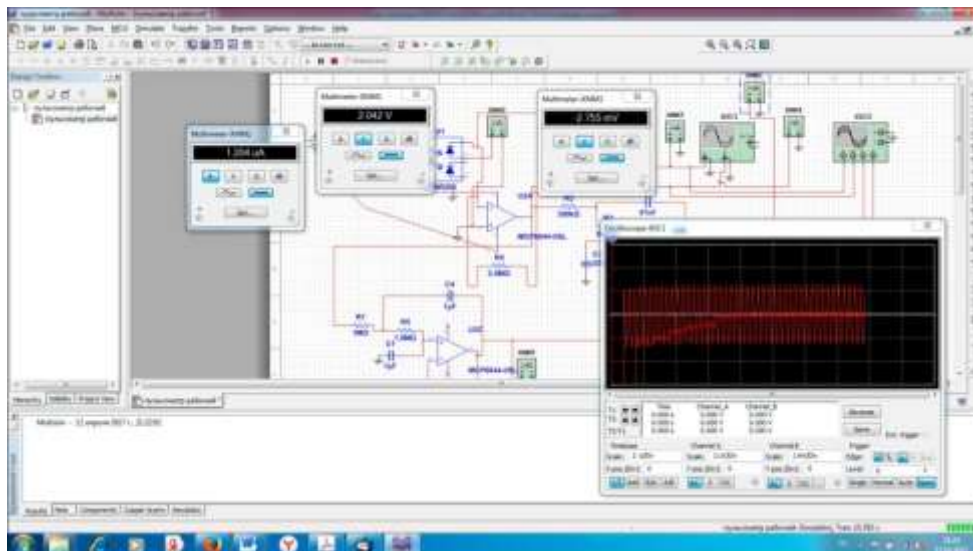


Рисунок 23 – Моделирование прибора контроля ЧСС в программе Multisim 12

Использование автоматизированной среды разработки и тестирования электронных схем Multisim позволило на начальном этапе виртуально рассмотреть процессы на сверхнизких величинах напряжения и тока, что затруднительно при использовании измерительных приборов, подобрать предварительные значения обвязки операционных усилителей. Оценить влияние помех на работу первичного каскада усилителя. Благодаря возможности изменять в широком диапазоне номиналы пассивных элементов, был произведен анализ влияния ФНЧ Салена-Кей на полезный сигнал, а одновременное использование большого количества виртуальных измерительных приборов позволило оценить влияние корректировок, внесенных в схему одновременно на всех ее участках.

Вместе с тем, высокий уровень шумов затруднял наблюдения и требовал применения между первым и вторым усилителями фильтра низкой частоты. Известно, что пульс эмбриона может достигать 400 ударов в минуту, что соответствует частоте 6,7 Гц. Учитывая, что минимальная частота электромагнитных помех от бытовой электросети составляет 50 Гц, для получения удовлетворительных

результатов требуется фильтр с достаточной крутизной среза. В качестве подобного фильтра был выбран фильтр Саллена-Кей с частотой среза 10 Гц. Микросхема МСР604 позволяет создать данный фильтр с расчетом частоты среза по формуле (1) и добротности по формуле (2):

$$F_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (1)$$

$$Q = \frac{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}{C_2(R_1 + R_2)}, \quad (2)$$

где F_c – частота среза,

Q – добротность.

Соотношение сигнал\шум, рассчитанное согласно формуле (3):

$$SNR(dB) = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{signal}}{P_{noise}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{A_{signal}}{A_{noise}} \right) \quad (3)$$

составило 32 dB.

$$SNR(dB) = 20 \log_{10}(4/0.1) = 20 * 1,60206 = 32,04$$

Для реализации автоматической регулировки интенсивности свечения ИК-светодиодов, в схему был интегрирован автоматический регулятор тока на двух транзисторах. В связи с неоднородностью светопропускающей способности яйца, применение отдельного фоточувствительного датчика управляющего регулятором тока вызывало значительные изменения в свечении светодиодов в зависимости от положения яйца относительно датчика, не обеспечивая стабильного уровня освещенности датчика регистрации ЧСС. Решением данной проблемы стало использование сигнала датчика ЧСС для управления транзисторным регулятором тока, однако, для устранения мерцания совпадающего по частоте с ЧСС эмбриона, потребовалось ввести в схему дополнительный фильтр с частотой среза 0,5 Гц.

Трассировка печатной платы была выполнена в программе Ultiboard 12.0 (рис. 24).

В связи с тем, что изготовление платы предполагалось не в условиях производства, для упрощения изготовления печатной платы было принято решение применять односторонний стеклотекстолит, что было отражено в настройках ал-

горитма расчета оптимизации дорожек.

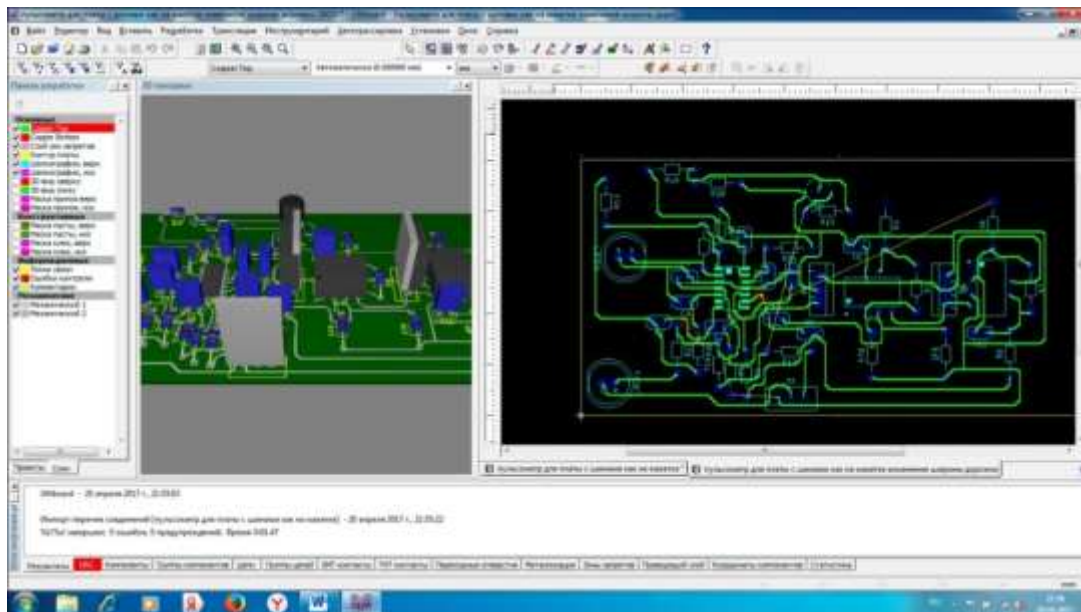


Рисунок 24 – Визуализация печатной платы и 3-д модели устройства контроля ЧСС в программе Ultiboard 12.0

Перенос схемы на стеклотекстолит был осуществлен посредством «ЛУТ-технологии» с последующей коррекцией химически стойким маркером. Травление осуществлялось в растворе хлорного железа с последующим лужением.

В схеме использованы SMD компоненты, часть работ осуществлялась с использованием бинокулярного микроскопа МБС-1. В связи с тем, что, как было выявлено в процессе разработки, основное количество помех поступает до первого каскада усилителя, коммутация проводников фоточувствительного датчика осуществлялась экранированным проводом. Подключение внешних измерительных и регистрирующих приборов осуществляется через BNC-разъемы экранированным кабелем. Подключение удаленного датчика регистрации сердечного ритма осуществлялось экранированным кабелем длиной 2 метра. Датчик закреплялся на острой стороне яйца и, тем самым, не препятствовал радиальному вращению яйца насадкой в процессе насиживания. Крепление осуществлялось приклеиванием резиновой манжеты датчика к скорлупе клеем на основе цианакрилата.

Усиленный и отфильтрованный устройством регистрации сердечного ритма, сигнал поступал на акустический интерфейс, который осуществлял оцифровку аналогового сигнала и позволял корректировать уровень сигнала перед подачей в

персональный компьютер. Для первичной визуальной оценки показателя сердечного ритма эмбриона использовались штатные средства акустической программы Adobe Audition (рис. 25).

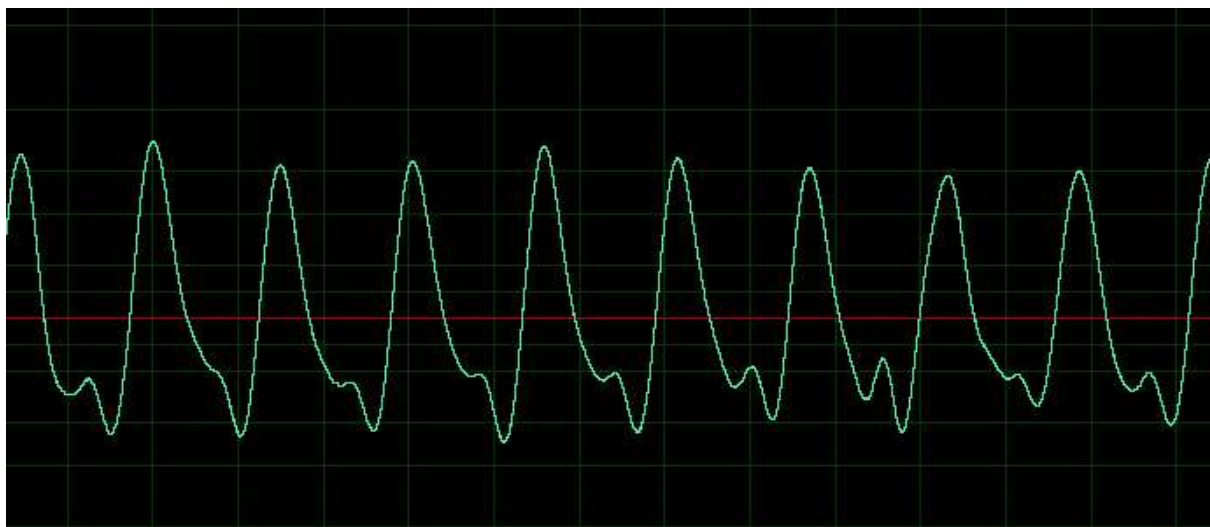


Рисунок 25 – Фрагмент осциллограммы в программе Adobe Audition

Для получения цифровых значений сердечного ритма эмбриона осуществлялось снижение частоты дискретизации записанного сигнала до 10 Гц, что позволяло сохранить осциллограмму сердечного ритма в формате, допускающем математическую обработку значений в программе MS Excel.

Расчет цифрового значения сердечного ритма осуществлялся по методике подсчета частоты сердечных сокращений эмбриона птиц [104].

Согласно ряду исследований, двигательная активность эмбриона птиц является важным компонентом эмбриогенеза [70, 134, 145]. В данном исследовании двигательная активность эмбриона регистрировалась параллельно с регистрацией сердечного ритма с помощью устройства регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц [83]. Применялось три способа регистрации двигательной активности эмбриона. Наиболее доступным является способ оценки уровня двигательной активности эмбриона по осциллограмме (рис. 26).

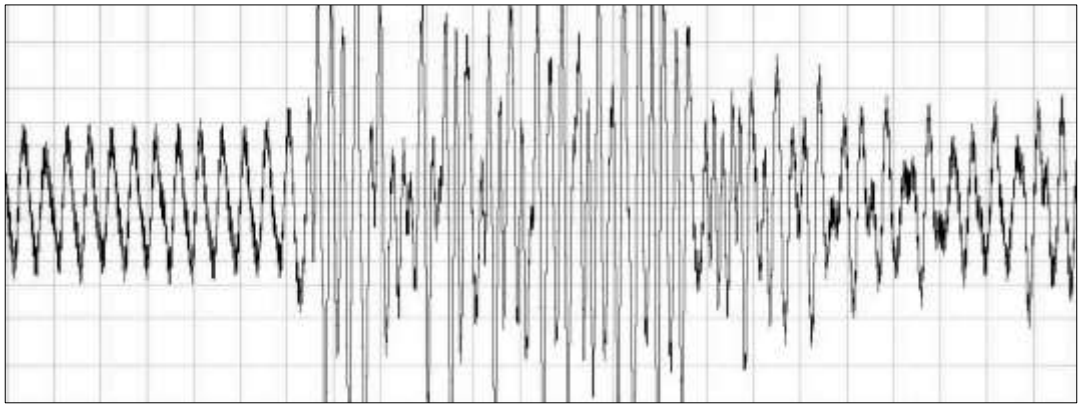


Рисунок 26 – Осциллограмма сигнала с устройства регистрации частоты сердечных сокращений, полученного при исследовании оплодотворенного яйца курицы на 8 сутки инкубации продолжительностью 15 сек.

В целях автоматизации процессов контроля уровня двигательной активности эмбриона, был разработан алгоритм расчета уровня двигательной активности, основанный на обработке цифровых значений напряжения и позволяющий получать данные, доступные для обработки в математических программах (рис. 27).

В основе алгоритма – использование логических формул программы MS Excel, однако, применение данного алгоритма представляет значительные трудности при длительной регистрации двигательной активности. Экспериментально было установлено, что для получения объективных данных о двигательной активности эмбриона, требуется обрабатывать сигнал с частотой дискретизации не менее 50 Гц, учитывая, что при данной частоте объем информации составляет 4 320 тыс. значений в сутки, данный способ не целесообразен для длительного мониторинга двигательной активности эмбриона птиц.

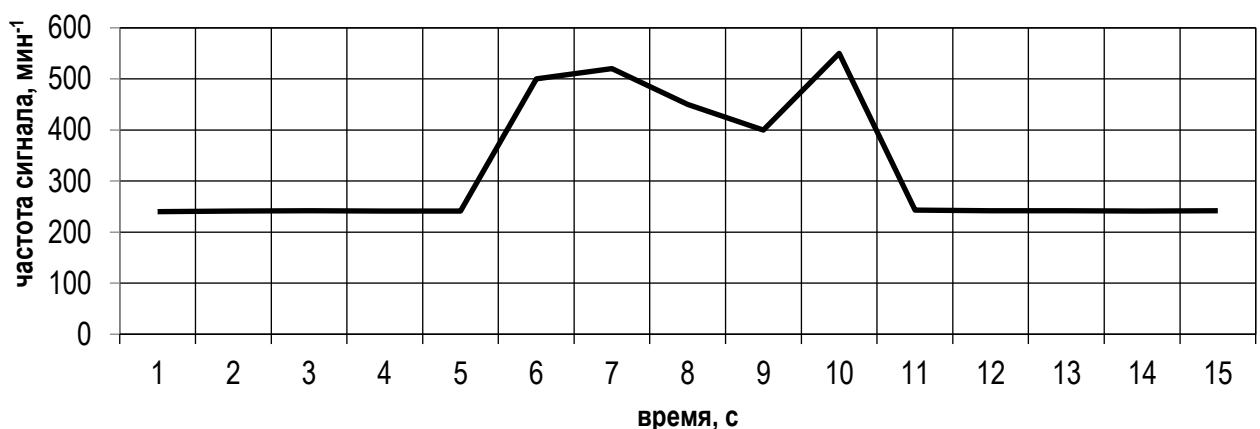


Рисунок 27 – Расчетные значения сердечного ритма и двигательной активности эмбриона, полученного при исследовании оплодотворенного яйца курицы на 8 сутки инкубации продолжительностью 15 сек.

В качестве альтернативного решения использовался метод спектрального анализа частотной характеристики сигнала, однако, данный метод не позволяет сравнивать численные значения, и оценка уровня двигательной активности осуществляется визуально (рис. 28).

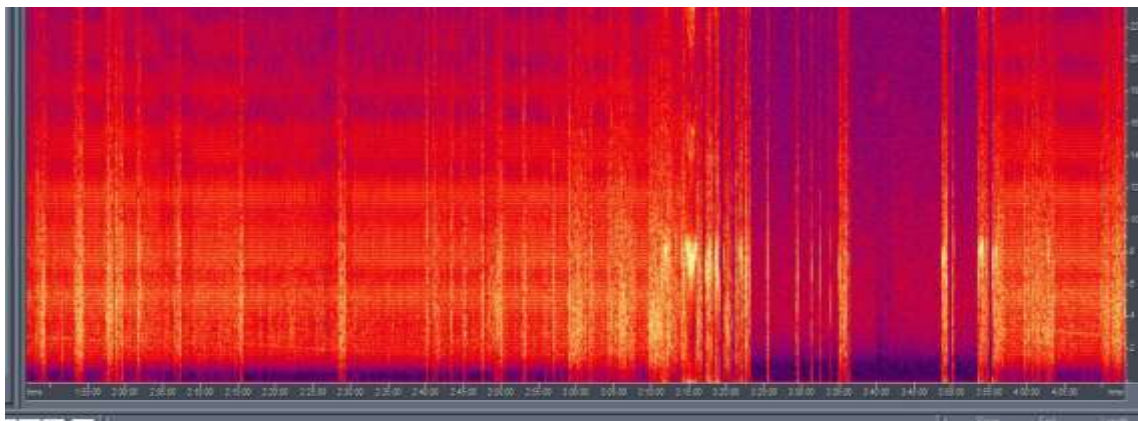


Рисунок 28 – Спектрограмма сигнала фотоплетизмографа. Двигательная активность отмечается ярко-оранжевыми зонами

Гнездовое поведение наседки исследовалось при помощи комплекса видеонаблюдения, камеры которого были установлены в гнездах (рис. 29).



Рисунок 29 – Наседка на кладке
(в верхней части фотографии видеокамера и детектор движения)

Использование штатных настроек детектора движения многоканального видеорегистратора был установлен режим, при котором запись включалась только в случае подъёма наседки с гнезда. Таким образом, по длительности и содержанию записи в памяти видеорегистратора могли быть расшифрованы изменения показаний термисторов, закрепленных на яйцах.

Отдельной функцией видеофиксации эксперимента был контроль нахождения яиц с термодатчиками под наседкой (рис. 30).



Рисунок 30 – Кадр с видеорегистратора

Для автоматизации процессов учета времени двигательной активности наседки, в гнезде были установлены охранные детекторы движения, использующие пирометрические датчики.

Детекторы движения были подключены на отдельные каналы вольтметра-самописца, и, при детекции движения, самописец регистрировал изменение значения напряжения. После передачи данных в программу MS Excel, по методике, аналогичной получению данных о температуре скорлупы, продолжительность двигательной активности наседки рассчитывалась стандартными средствами программы MS Excel.

Контроль температуры и влажности в гнезде осуществлялся автономным термолотгером. Запись показаний велась непрерывно в течение всего эксперимента в память устройства и, в дальнейшем, переносилась в память персонального

компьютера штатной программой термолоттера, позволяющей наблюдать показатели температуры и влажности, как в штатной программе, так и переносить данные в программу MS Excel.

В ходе поисковых экспериментов применялся инкубатор с охлаждаемым дном (прил. Б) [84].

Для реализации разработанного режима инкубации использовался блок управления охлаждениями яиц (рис. 31, 32), являющийся частью запатентованного инкубатора с функцией охлаждения (прил. В) [85].

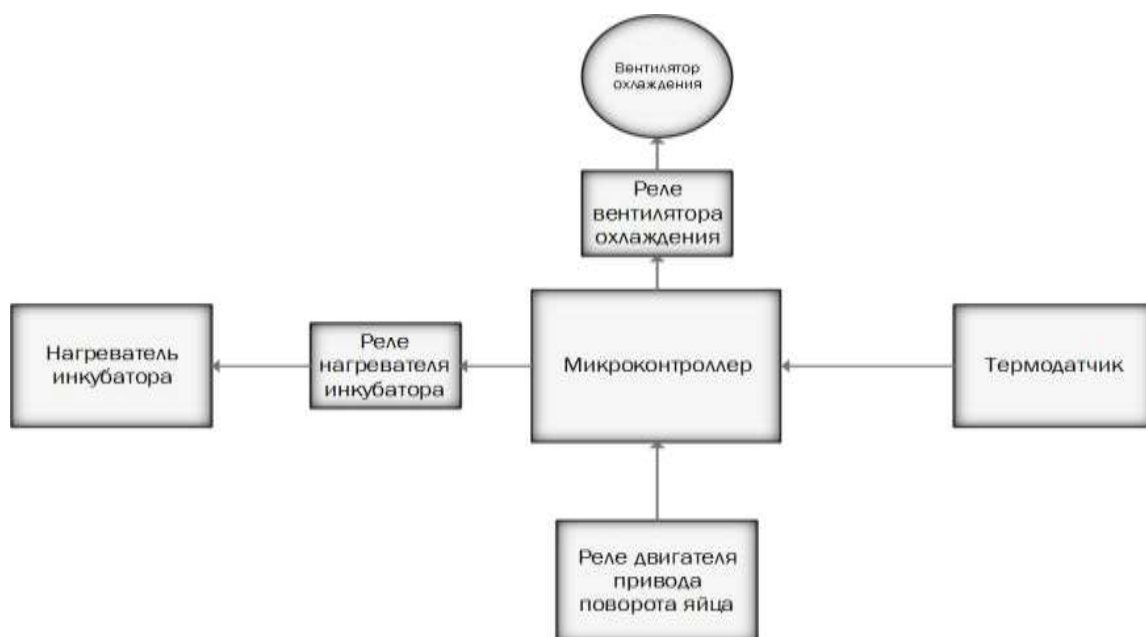


Рисунок 31 – Схема блока управления охлаждениями яиц в инкубаторе

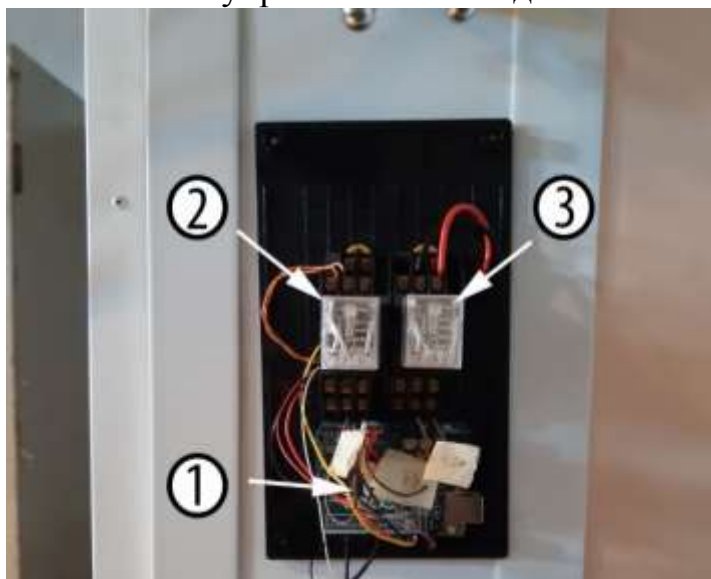


Рисунок 32 – Блок управления охлаждениями яиц в инкубаторе:
1 - Микроконтроллер, 2 - Реле отключения нагревательного элемента,
3 - Реле включения вентилятора охлаждения

2.2.3.2 Методика проведения эксперимента по получению параметров естественного насиживания яиц в лабораторных условиях

Задача исследования – изучить температурный режим эмбриона при естественном насиживании яиц, а также установить параметры внешних температурных воздействий на яйцо и влияние этих воздействий на истинную температуру эмбриона.

Температурный режим скорлупы яиц регистрировали с помощью четырех термисторов, закрепленных равноудаленно в экваториальной зоне малого радиуса яйца непосредственно на скорлупе и закрытых с внешней стороны пенополиуретановым скотчем. Датчики были установлены на инкубационные яйца родительского стада кур кросса Кобб 500 до подкладки под наседку, которая к тому моменту насиживала собственную кладку. Собственные яйца наседки заменялись на яйца с датчиками. В одной кладке было 2 яйца с закрепленными датчиками. Частота опроса датчиков 1 Гц. После математической обработки по пересчету получаемых на выходе с самописца значений напряжения, результаты измерений сохранялись в программе MS Excel. Пересчет значений напряжения в температуру осуществлялся на основании документации к термисторам (по уравнению регрессии).

Температурный режим среды, окружающей яйцо в процессе насиживания (тело наседки, подстилка гнезда, воздух), регистрировали с помощью четырех термисторов, закрепленных равноудаленно в экваториальной зоне малого радиуса яйца и закрепленных на внешней стороне пенополиуретанового скотча. Тем самым исключали воздействие метаболического тепла эмбриона на получаемые показания. Датчики были установлены на те же, что и в предыдущем опыте, инкубационные яйца родительского стада кур кросса Кобб 500, до подкладки под наседку, которая к тому моменту насиживала собственную кладку. Собственные яйца наседки заменялись на яйца с датчиками. В одной кладке было 2 яйца с закрепленными датчиками. Частота опроса датчиков 1 Гц. После математической обработки по пересчету получаемых на выходе с самописца значений напряжения, результаты измерений сохранялись в программе MS Excel. Пересчет значе-

ний напряжения в температуру осуществлялся на основании документации к термисторам (по уравнению регрессии).

Регистрацию сердечного ритма эмбриона в яйце осуществляли при помощи закрепленного в остром конце яйца удаленного датчика «Устройства регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц без разрушения скорлупы». Датчик устанавливался на одно яйцо в кладке. Мгновенный контроль сердечного ритма осуществлялся подсчетом пульса по разработанной методике [104]. Визуальная оценка динамики изменений пульса за период измерений, в реальном времени, проводилась визуально, по спектрограмме используемой акустической программы. Математический расчет показателей сердечного ритма осуществлялся в программе MS Excel. Для определения истинного значения температуры эмбриона использовались табличные значения, полученные в ранних опытах.

Для контроля двигательной активности эмбриона использовали необработанные спектрограммы, полученные с датчика регистрации сердечного ритма. Участки акустической спектрограммы анализировали в программе Adobe Photoshop методами оценки цветового соотношения изображений. Учитывая, что на акустических спектрограммах показателя сердечного ритма участки отсутствия двигательной активности эмбриона отображаются цветом, отличным от данных, указывающих на значение пульса, и участков, на которых была зарегистрирована двигательная активность, анализ соотношения цветов спектрограммы позволил оценить интенсивность двигательной активности эмбриона.

Двигательная активность наседки регистрировалась при помощи пирометрического датчика движения, установленного на потолочной части гнезда и направленного на наседку, данные с самописца передавались в MS Excel для последующей обработки. Определялось соотношение периодов двигательной активности и покоя наседки на протяжении всего срока насиживания.

Гнездовое поведение наседки исследовалось по материалам видеофиксации с камер снабженных ИК-подсветкой, установленных в гнездах. Материалы видеофиксации использовались для установления причин изменений показаний термометрических датчиков, системы контроля сердечного ритма и показаний

приборов регистрации двигательной активности. Настройка зоны детекции видеокамеры была осуществлена таким образом, чтобы запись осуществлялась только при значительном движении насадки, благодаря этому удалось получить данные о количестве значительных движений насадки, продолжительность которых установлена по длительности видеозаписи.

Несмотря на то, что температура в помещении, где размещались насадки, была стабильной, в целях контроля температуры воздуха, использовался компактный термологгер, установленный непосредственно у стеллажа с гнездами. Регистрация изменений температуры в помещении осуществлялась одним файлом за все время наблюдений и дополнительно использовалась для синхронизации всех полученных инструментальными методами исследований.

2.2.4 Методика определения температурного режима инкубации яиц

Для определения и коррекции температурных режимов инкубации яиц, обеспечивающих поддержание температуры эмбриона, максимально приближенной к режиму естественного насиживания, использовали разработанный в рамках исследования способ определения температурного режима инкубации (прил. Г) [80]. Для этого яйцо с прикрепленным датчиком устройства контроля частоты сердечных сокращений помещают в камеру инкубатора, который предварительно прогревают до средней температуры инкубации 37,5 °С. В зависимости от получаемого значения частоты сердечных сокращений эмбриона в яйце, регулируют температуру в камере инкубатора (если показатель частоты сердечных сокращений ниже требуемого – температуру поднимают, если выше – снижают). Ниже представлен график, иллюстрирующий процесс настройки температуры в камере инкубатора на основании мониторинга частоты сердечных сокращений эмбриона птиц (рис. 33).

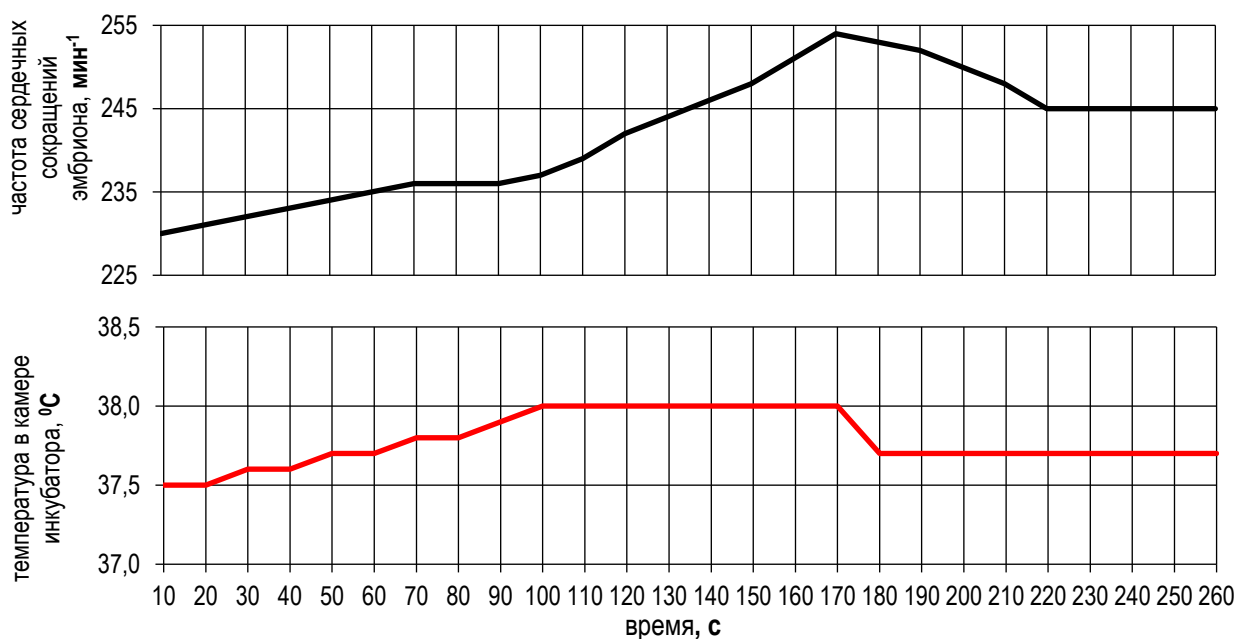


Рисунок 33 – Визуализация процесса настройки температуры в камере инкубатора

2.2.5 Методика сравнительных исследований эмбрионального и раннего постэмбрионального развития молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при различных режимах искусственной инкубации яиц

Задача сравнительного исследования – изучить влияние температурного режима инкубации на выводимость яиц, эмбриональное и постэмбриональное развитие, а также качественные и количественные показатели продуктивности молодняка кур кросса Кобб 500, полученного в результате инкубации яиц, при предлагаемом производителями инкубаторов и разработанном в рамках выполнения данной работы температурных режимах.

Для опыта было отобрано 300 яиц кур родительского стада кросса Кобб 500, из которых по принципу сбалансированных групп-аналогов, были сформированы 2 партии по 150 яиц: одна контрольная и одна опытная. Общая продолжительность опыта составила 61 день.

Обе партии были одновременно заложены в два инкубатора Рэмил-1000. Один из инкубаторов был оснащен блоком управления охлаждениями (рис. 34).



Рисунок 34 – Инкубатор с блоком управления охлаждениями

Контрольная партия яиц инкубировалась при стабильной температуре 37,8 °С, рекомендованной производителями инкубаторов для многостадийной инкубации, свойственной малым формам хозяйствования и предполагающей возможность многократного пополнения инкубатора яйцами. Для опытной партии применялся режим инкубации яиц (прил. Д), основанный на температурном режиме естественного насиживания, разработанный в рамках подготовки данной работы с использованием программы математического расчета параметров инкубации (прил. Е.) Настройка режимов инкубации яиц для каждой партии представлена в таблице 9.

Таблица 9

Режимы инкубации яиц родительского стада кур кросса Кобб 500

Партия	Температура	Относительная влажность	Количество поворотов, сут. ⁻¹	Количество охлаждений, сут. ⁻¹
Контрольная партия	37,8	55%	24	0
Опытная партия	38	55%	48	48

После вывода цыплят, из каждой группы молодняка были сформированы 2

подгруппы. Таким образом было сформировано 4 группы молодняка.

Контрольная – из молодняка, полученного из контрольной партии яиц, которая содержалась в комфортных температурных условиях, которые обеспечивались наличием достаточного количества тепловых ламп [111, 112].

Опытная 1 – из молодняка, полученного из опытной партии яиц, которая содержалась в комфортных температурных условиях, которые обеспечивались наличием достаточного количества тепловых ламп [111, 112].

Опытная 2 – из молодняка, полученного из контрольной партии яиц, которая содержалась в условиях, имитирующих ситуацию, возникающую в малых фермерских и подсобных хозяйствах, когда молодняк может не обеспечиваться необходимым температурным режимом по причине сбоев в поставках электроэнергии, экономии затрат или неконтролируемых повреждений отопительных устройств.

Опытная 3 – из молодняка, полученного из опытной партии яиц, которая содержалась в условиях, имитирующих ситуацию, возникающую в малых фермерских и подсобных хозяйствах, когда молодняк может не обеспечиваться необходимым температурным режимом по причине сбоев в поставках электроэнергии, экономии затрат или неконтролируемых повреждений отопительных устройств.

Кормление всех групп осуществлялось качественными полнорационными кормами компании «Purina» (см. таблицы 7 и 8). Мечение осуществлялось спиртовым маркером по оперению. Цыплята содержались на полу, на слое опилок, доступ к воде и корму обеспечивался круглосуточно.

Общая схема исследования представлена на рисунке 35.

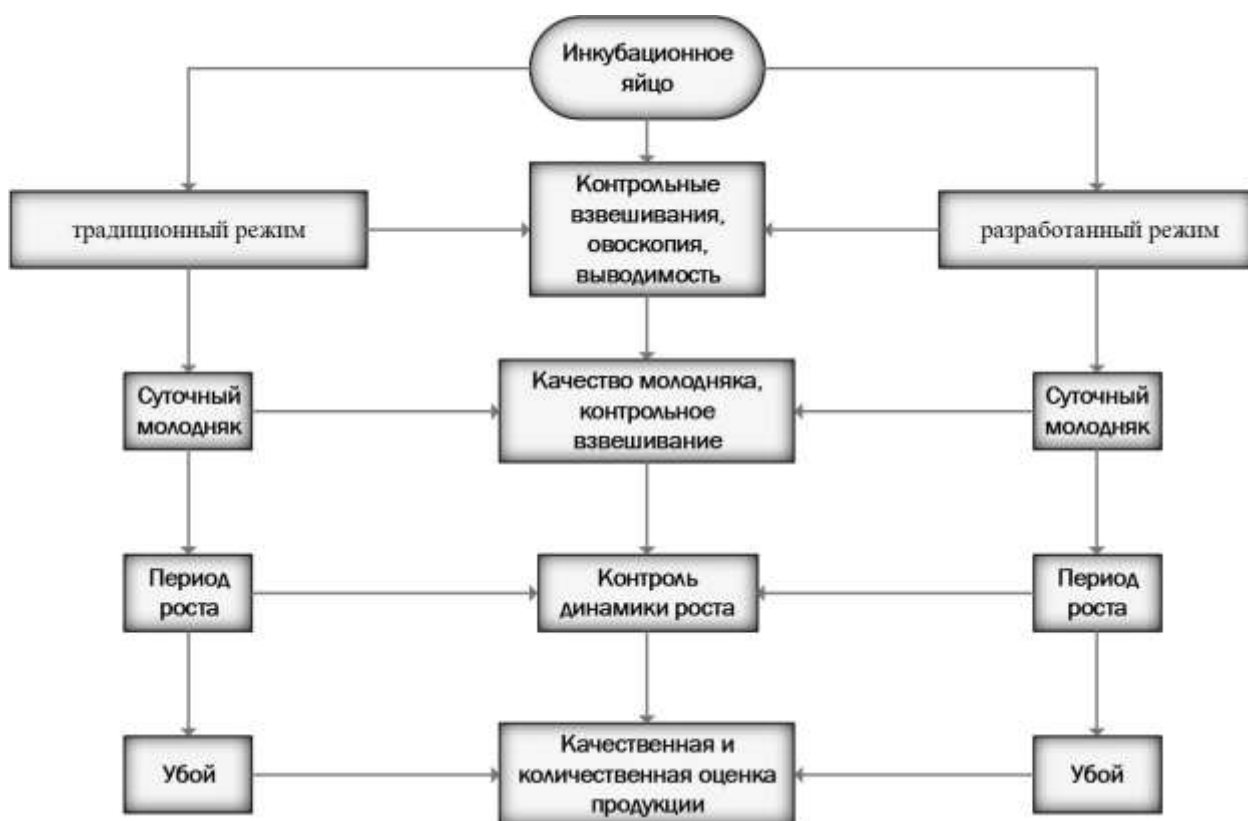


Рисунок 35 – Схема сравнительного исследования результатов инкубации

Исследовались следующие показатели:

- масса инкубационных яиц, яиц перед выводом и суточных цыплят определялась на электронных весах с точностью до 0,01 грамма;
- оплодотворенность яиц и развитие эмбрионов контролировались на ово-скопе «Золушка» на 7-е сутки инкубации;
- выводимость яиц – X , определялась по формуле $X=A/(B-C)*100$ где B - количество заложенных яиц, C - количество неоплодотворенных яиц, A – количество выведенных цыплят;
- качество молодняка оценивалось по методике Pasgar©Score;
- живая масса молодняка определялась индивидуальным ежедневным взвешиванием всей птицы на электронных весах с точностью до 1 грамма;
- среднесуточный прирост живой массы по формуле: $(M_1-M_2)/n$ где: M_1 – общая живая масса молодняка в исследуемой группе, M_2 – общая живая масса молодняка на следующий день, n – количество поголовья в исследуемой группе;
- сохранность поголовья определяли путем ежедневного учета;
- масса потрошенных тушек – путем индивидуального взвешивания при убое;

- убойный выход мяса – путем отношения массы потрошенных тушек к живой массе;

- мясные качества – путем проведения анатомической разделки тушек бройлеров по методике ВНИТИП [61];

- гематологические и биохимические показатели крови получены методами лабораторных исследований в государственной ветеринарной лаборатории. Для каждого исследования отбирали кровь от 10 цыплят. Биохимические исследования проводили на биохимическом анализаторе с ионоселективным блоком HUMASTAR 600 (HUMAN, Германия) согласно методике производителя анализатора. Гематологические исследования проводили на автоматическом гематологическом анализаторе HumaCount 30 (HUMAN, Германия) согласно методике производителя анализатора;

- оценка качественных показателей мяса проводилась в государственной лаборатории по следующим методикам: ГОСТ 9793-2016 Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги П.9, ГОСТ 23042-2015 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира П. 7, ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка П. 6, ГОСТ 31727-2012 Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы;

- органолептическая оценка мяса – путем проведения дегустации.

Полученный материал обработан на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel.

Статистически значимыми считали различия при: * - $P \geq 0,95$; ** - $P \geq 0,99$; *** - $P \geq 0,999$.

2.3 Статистическая обработка результатов исследований

Результаты исследований обработаны согласно руководству по биометрии для зоотехников и с использованием известных методов математической статистики и пакетов математических программ «EXCEL» и «STATISTICA» [26, 86].

2.4 Результаты сравнительных исследований эмбрионального и раннего постэмбрионального развития молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при естественном насиживании яиц в сравнении с нормируемыми показателями

Учитывая малый объем опытных партий, обусловленный спецификой данного экспериментального исследования, использующего кур-наседок и не предполагающего инвазивных методов исследования, особое внимание было уделено статистической обработке полученных экспериментальных данных с целью выявления отличий в эмбриональном и постэмбриональном развитии высокопродуктивных мясных кроссов кур, полученных при режиме искусственной инкубации, рекомендованном производителем яиц, и естественном насиживании.

Оценка нормальности распределения массы яиц, используемого в опыте с наседками по критериям Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка, показала отсутствие значимых различий с достоверностью $P \geq 0,95$. В свою очередь, кривая распределения Гаусса (рис. 36) и график нормального распределения (рис. 37) подтверждают нормальность параметров используемой в опыте выборки.

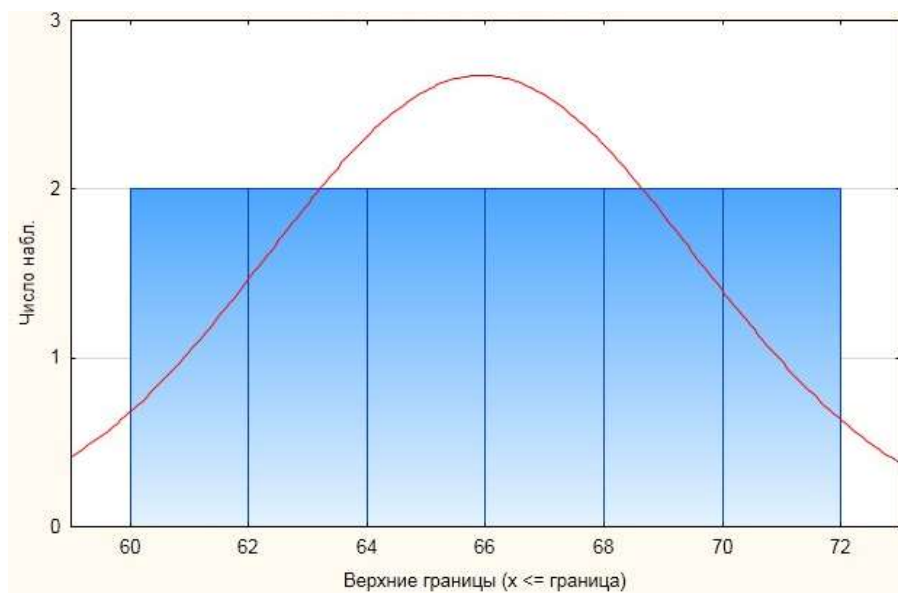


Рисунок 36 – Кривая Гаусса по массе инкубационных яиц

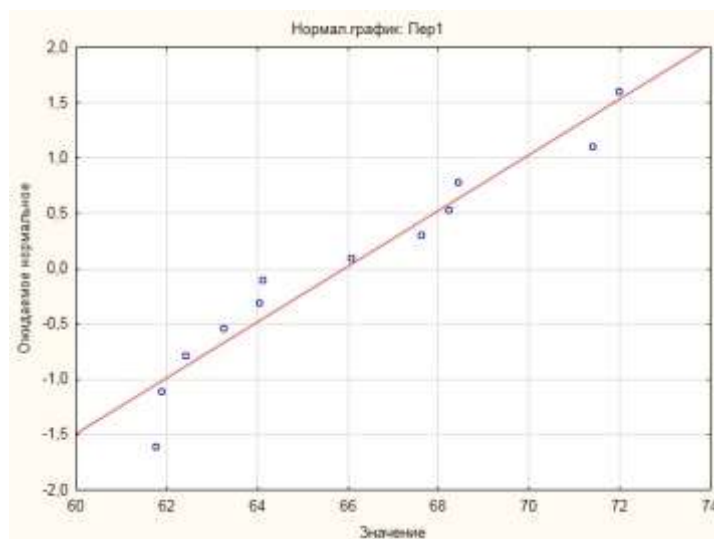


Рисунок 37 – График распределения массы яиц в опыте относительно ожидаемого нормального значения

Контрольные взвешивания позволили построить график потери массы яиц за весь период насиживания (табл. 10). Среднее значение показателя снижения массы яиц за период инкубации под наседкой составило $12,1 \pm 0,20$ %. Среднее значение снижения массы яиц за период искусственной инкубации, рекомендованное производителем, составляет от 10 до 13 %.

Таблица 10

Изменение массы яиц за период опыта

№ яйца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса яйца до начала инкубации, г	64,11	71,4	61,75	68,41	62,41	66,06	64,03	63,25	61,88	71,97	68,21	67,62
Масса яйца на выводе, г	56,3	63,07	54,56	60,24	55,69	58,1	56,52	55,09	54,17	63,1	59,04	59,21
Снижение массы яйца за период инкубации, %	12,18	11,67	11,64	11,94	10,77	12,05	11,73	12,9	12,46	12,32	13,44	12,44

Сравнительный график изменения массы яиц в процессе естественного насиживания представлен на рисунке 38.

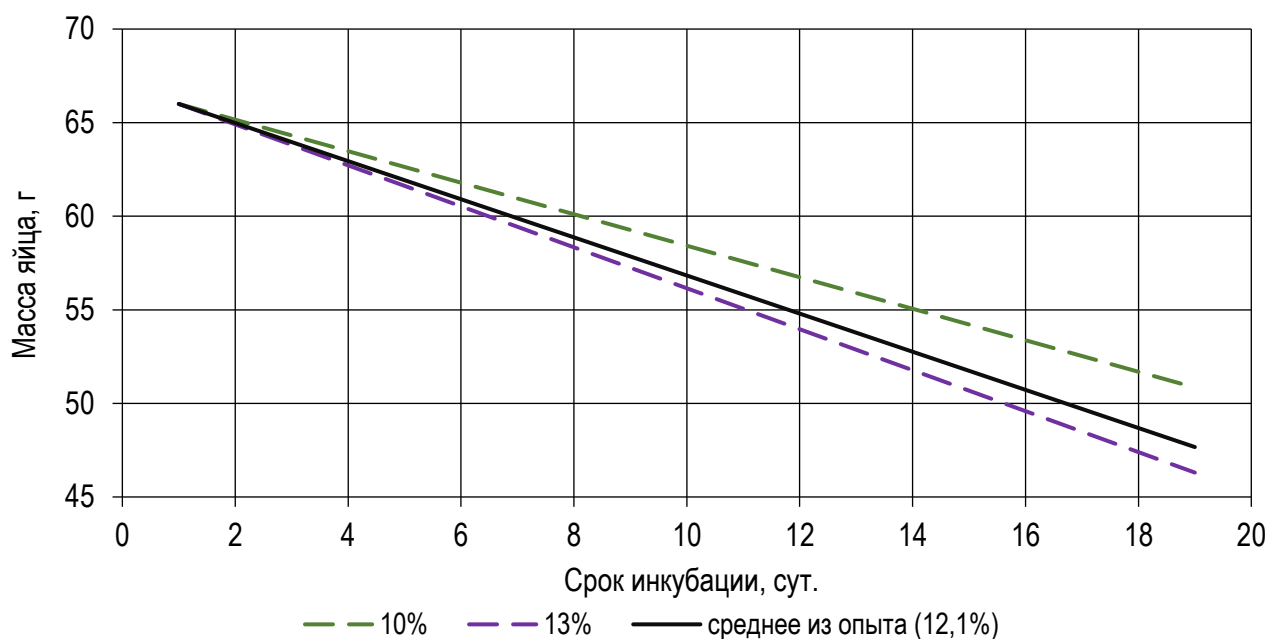


Рисунок 38 – График потери массы яйцами в процессе естественного насиживания

В результате естественного насиживания из 12-ти заложенных под наседок яиц вывелось 12 цыплят (рис. 39). Учитывая малую выборку опытного материала, численное значение выводимости яиц, равное 100%, в сравнительном анализе не использовалось, вместе с тем, следует отметить, что по информации производителя инкубационных яиц, максимальная нормируемая пиковая выводимость яиц родительского стада кур кросса Кобб 500 не превышает 94,5 %.



Рисунок 39 – Наседка с цыпленком

В результате контрольного взвешивания суточного молодняка было установлено, что средняя масса цыпленка составляет $46,9 \pm 0,78$ г, а средняя масса цыпленка от начальной массы инкубационного яйца равна $71,2 \pm 0,34$ %.

Сравнительные данные результатов инкубации яиц под наседкой и искусственной инкубации по методике выбора температурного режима, основанной на температуре скорлупы яиц и рекомендованной производителем инкубационных яиц родительского стада кур кросса Кобб 500, пониженной, нормальной и повышенной температуре скорлупы яиц, представлены в таблице 11 [161].

Таблица 11

Сравнение показателей изменения характеристик яиц родительского стада кур кросса Кобб 500 при различных режимах инкубации [161]

Параметр	опытная группа	при температуре скорлупы яйца, °С		
		33,3-36,7	37,8-38,2	38,9-40,0
Масса яйца, г	$65,9 \pm 1,03$	$58,8 \pm 1,20$	$58,93 \pm 1,10$	$59 \pm 0,9$
Усушка, %	$12,1 \pm 0,20$	$11 \pm 1,07$	$12,3 \pm 1,18$	$13,8 \pm 1,12$
Масса цыпленка, г	$46,9 \pm 0,78$	$39,2 \pm 1,20$	$42,3 \pm 1,00$	$41,1 \pm 1,00$
Масса цыпленка от начальной массы яйца, %	$71,2 \pm 0,34$	$66,7 \pm 1,40$	$71,8 \pm 1,45$	$69,6 \pm 1,34$

Оценка качества молодняка осуществлялась по утвержденной производителем кросса методике – Pasgar©Score. Результаты оценки представлены в табл. 12.

Учитывая, что, согласно рекомендации компании «PasReform», в хорошем выводке среднее значение Pasgar©Score должно составлять не менее 9, результат естественного насиживания с показателем 9,8 балла следует считать высоким.

Следует отметить отсутствие баллов в столбце «рефлекс» у цыплят, полученных из-под наседки. В оценочной шкале системы Pasgar©Score показатель «рефлекс» оценивает жизнеспособность цыпленка. Цыпленок жизнеспособен, если при повороте на спинку он немедленно (в пару секунд) встает обратно на ножки (балл=0). Если это занимает более 3 секунд, цыпленок получает один балл за рефлекс (балл=1).

Несмотря на то, что в задачи настоящей работы входит исключительно изучение влияния температурного режима на показатели инкубации яиц и качество

молодняка, вероятно, высокая жизнеспособность молодняка, полученного при естественном насиживании, обусловлена также повышенными показателями двигательной активности эмбриона, отмеченной в поисковых экспериментах [67], и интенсификацией газообмена, вызванной краткосрочными охлаждениями [28].

Таблица 12

Оценка качества молодняка, полученного при естественном насиживании,
по методике Pasgar©Score

№	рефлекс	пупок	ножки	клюв	животик	PasgarScore
1						10
2						10
3						10
4						10
5						10
6		1				9
7						10
8						10
9				1		9
10						10
11						10
12						10
Итого	0	1	0	1	0	118
Оценка качества партии с помощью Pasgar©Score равна						9,8

Результаты контроля набора массы цыплятами в постэмбриональный период, в сравнении с нормируемыми производителем яиц показателями роста, представлены в таблице 13.

Таблица 13

Динамика набора массы цыплятами кур кросса Кобб 500,
полученными в результате естественного насиживания

день	По нормативу для совместного выращивания курочек и петушков [92]		Фактические данные из опыта	
	средняя масса цыпленка, г	среднесуточный прирост живой массы, г	средняя масса цыпленка, г	среднесуточный прирост живой массы, г
1	42	0	47±0,3	0
2	56	14	61±0,7	14±1,3
3	72	16	78±1,3	17±0,8
4	89	17	96±2,5	18±0,8
5	109	20	116±3,0	20±1,2
6	131	22	140±3,4	24±1,2
7	157	26	166±3,9	26±1,3
8	185	28	191±4,1	25±1,9
9	215	30	220±4,3	29±1,9

10	247	32	253±4,7	33±1,3
11	283	36	286±4,8	33±1,9
12	321	38	323±5,3	36±1,0
13	364	43	365±7,8	43±2,2
14	412	48	412±7,9	46±1,4
15	465	53	462±8,7	50±1,5
16	524	59	520±11,5	58±1,9
17	586	62	576±11,9	56±2,7
18	651	65	640±12,1	64±1,6
19	719	68	706±12,8	66±1,4
20	790	71	771±12,9	65±1,9
21	865	75	840±13,3	69±1,6
22	943	78	914±14,5	74±1,1
23	1023	80	990±15,8	76±1,0
24	1104	81	1067±17,2	77±1,2
25	1186	82	1145±18,6	77±1,2
26	1269	83	1226±19,7	81±1,8
27	1353	84	1308±21,0	82±2,1
28	1438	85	1392±22,3	84±1,2
29	1524	86	1475±25,4	83±1,7
30	1613	89	1557±26,8	82±2,1
31	1705	92	1643±28,2	87±1,7
32	1799	94	1734±28,6	90±1,5
33	1895	96	1828±29,1	94±1,5
34	1993	98	1921±29,3	93±1,5
35	2092	99	2015±30,7	94±1,4
36	2191	99	2110±31,2	94±1,7
37	2289	98	2200±32,5	90±1,4
38	2386	97	2291±36,9	92±1,1
39	2482	96	2382±38,2	91±1,0
40	2577	95	2471±40,1	89±1,5

Представленные ниже графики сравнения набора массы (рис. 40) и среднесуточного прироста живой массы (рис. 41) наглядно демонстрируют сравнительные показатели цыплят из опытной группы и нормированные показатели производителя [92].

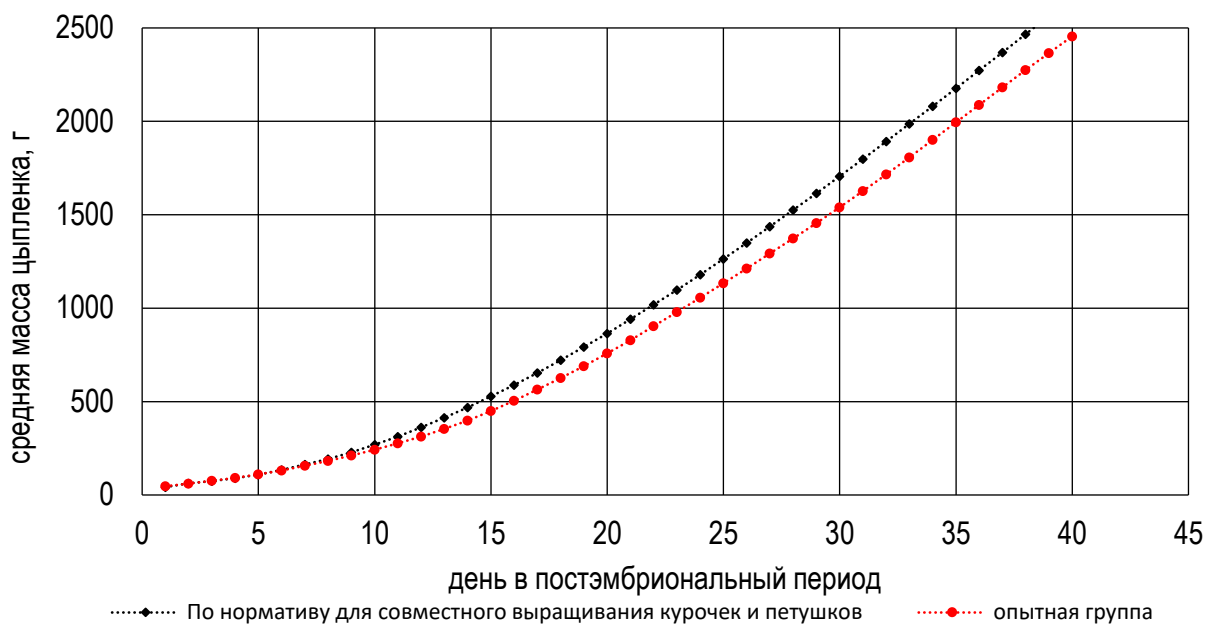


Рисунок 40 – Сравнительный график набора массы цыплятами кур кросса Кобб 500, полученными в результате естественного насиживания и нормируемыми производителем параметрами

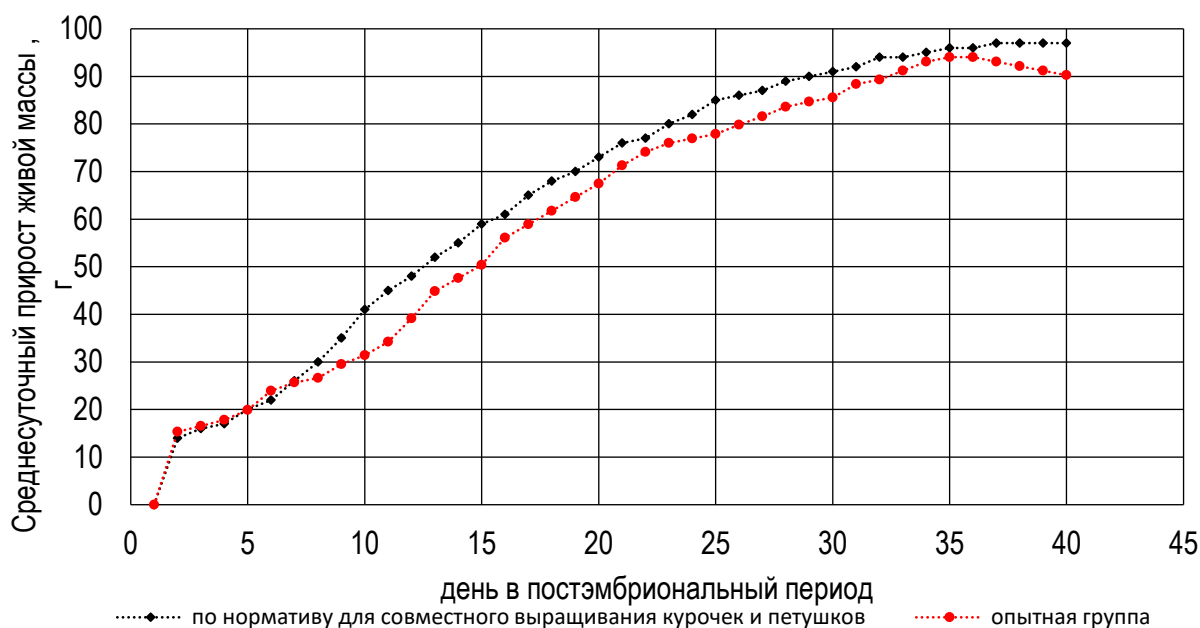


Рисунок 41 – Сравнительный график среднесуточного прироста живой массы молодняка кур кросса Кобб 500, полученного в результате естественного насиживания яиц и нормируемыми производителем параметрами

Несмотря на то что показатели, достигнутые в результате опыта, несколько ниже нормативных, разница между показателями средней массы и среднесуточного прироста живой массы незначительна и может являться следствием выращивания цыплят совместно с наседками, при отсутствии термостатируемого поме-

щения.

В результате опыта по естественному насиживанию яиц кур родительского стада кросса Кобб 500 установлено, что по зоотехническим показателям, результаты естественного насиживания яиц удовлетворяют минимальным требованиям производителя к результатам инкубации яиц кур родительского стада данного кросса при рекомендованном режиме инкубации, следовательно, параметры естественного насиживания могут быть использованы для разработки температурного режима искусственной инкубации [99].

2.5 Результаты инструментальных исследований параметров естественного насиживания

Выбор параметров для анализа данных, полученных в ходе инструментальных исследований естественного насиживания, осуществлялся, как на основании сведений полученных из литературных источников, так и на основании визуальной оценки графиков и таблиц массивов данных собственных исследований.

В результате исследования параметров температуры скорлупы яиц в процессе естественного насиживания были получены данные с четырех термодатчиков, расположенных равноудаленно друг от друга в экваториальной зоне малого радиуса яйца (рис. 42). Благодаря использованию теплоизолирующих прокладок, размещенных с внешней стороны датчиков, показатель температуры скорлупы яйца при данном типе измерений является аналогичным показателю температуры скорлупы яйца, используемому в инструкции по контролю температуры из руководства к кроссу Кобб 500 [92].



Рисунок 42 – Яйца с термодатчиками и датчиком ЧСС

Учитывая неравномерность нагрева яиц под наседкой, показатели температуры от 4-х датчиков имеют значительные отличия, пример термограммы приведен на (рис. 43).

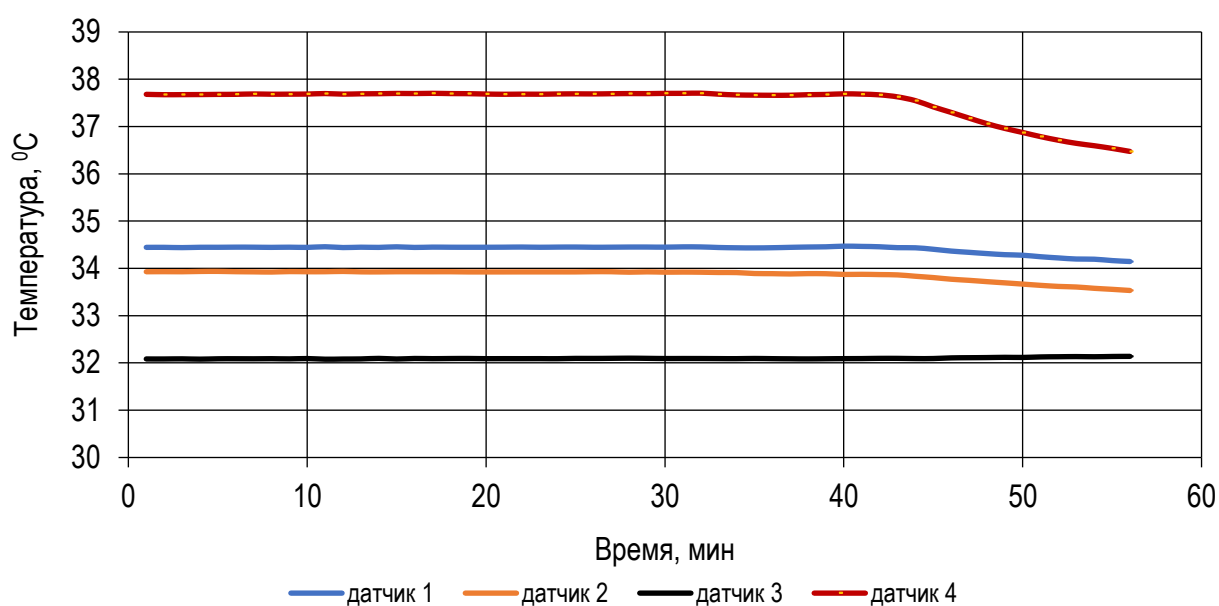


Рисунок 43 – Термограмма с термодатчиков контроля температуры скорлупы яйца под наседкой за 60 секунд

В целях получения данных о динамике изменений температуры скорлупы в процессе естественного насиживания, использовалось среднее арифметическое значение от 4-х датчиков (рис. 44.)

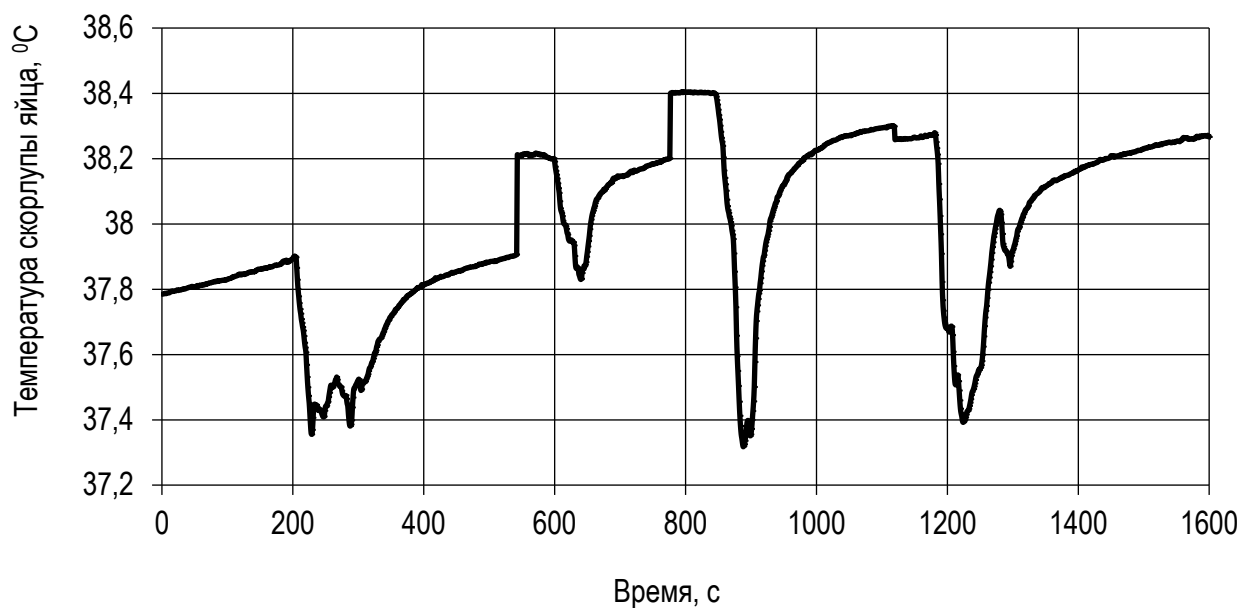


Рисунок 44 – Средняя температура скорлупы яиц в процессе естественного насиживания за 25 минут

В целях получения данных о динамике изменений температуры скорлупы за весь период насиживания, использовалось среднее значение температуры за сутки (табл. 14)

Таблица 14

Изменение средней температуры скорлупы яиц в процессе естественного насиживания.

День инкубации	Температура скорлупы, °C	День инкубации	Температура скорлупы, °C	День инкубации	Температура скорлупы, °C
1	30,7	8	35,8	15	36,2
2	27,5	9	36,4	16	37
3	29,6	10	36,3	17	36,5
4	27,6	11	37,3	18	37
5	27,6	12	37,3	19	37,7
6	29,9	13	37,1	20	38,1
7	33	14	36		

График ежедневных изменений температуры скорлупы яиц позволяет установить общую динамику изменений (рис. 45)

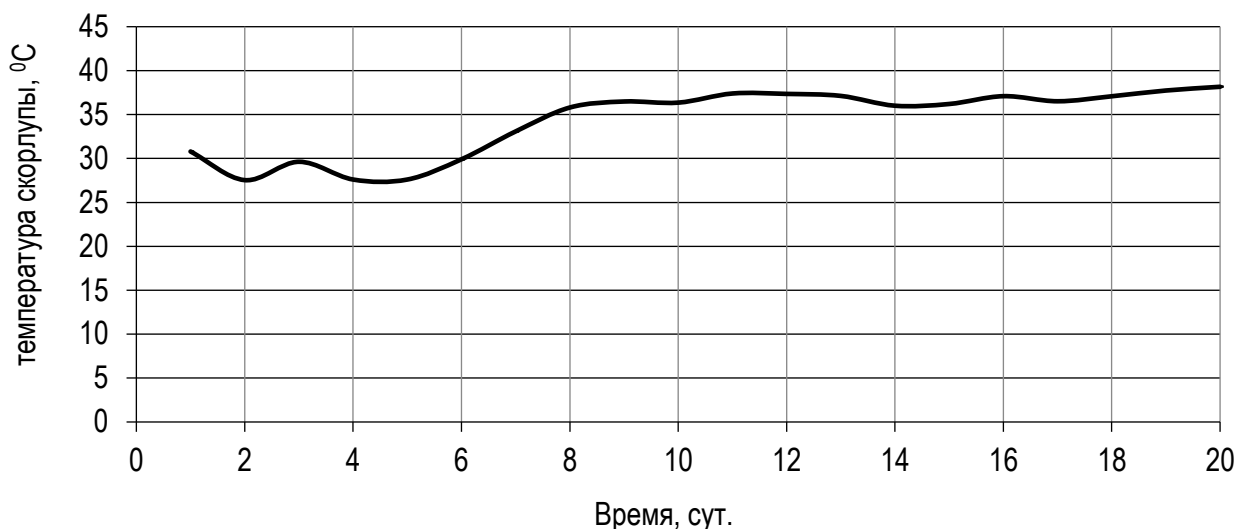


Рисунок 45 – Динамика изменений средней температуры скорлупы яиц за весь период насиживания

Несмотря на значительные колебания температуры скорлупы яиц, следует отметить значительный рост контролируемого показателя к 10-му дню насиживания, вызванный выработкой развивающимися эмбрионами эндогенного тепла.

Вместе с тем, следует учитывать, что на раннем сроке эмбриогенеза эмбрион расположен в верхней части яйца и менее подвержен влиянию температурного градиента, возникающего вследствие охлаждения нижней стороны яйца. Следовательно, на раннем сроке насиживания наиболее информативны датчики, расположенные ближе к телу наседки. Данный факт подтверждается снижением разницы температуры тела наседки и средней температуры скорлупы яиц в процессе насиживания (рис. 46)

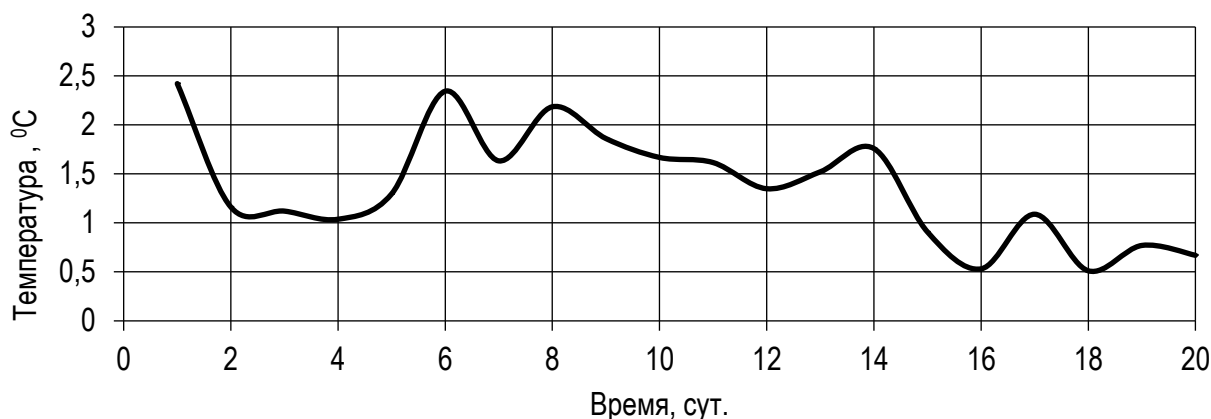


Рисунок 46 – Разность между средней температурой скорлупы яиц и телом наседки за весь период насиживания

Следовательно, несмотря на рост средней температуры скорлупы яиц, средняя температура эмбрионов на всем периоде насиживания стабильна. Стабильность температуры, воздействующей на развивающийся зародыш наседкой, подтверждается результатами мониторинга частоты сердечных сокращений (ЧСС) эмбрионов (рис. 47)

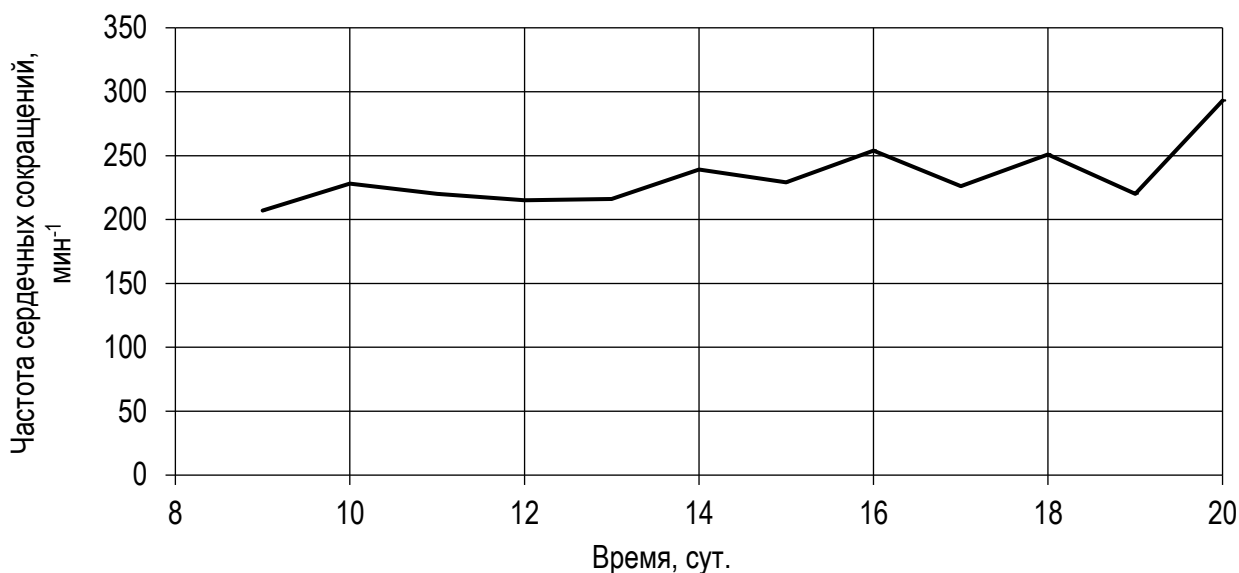


Рисунок 47 – Среднее значение ЧСС эмбриона курицы с 9-го дня насиживания

Вместе с тем, на термограммах можно отметить 4 типа колебаний температуры в процессе естественного насиживания яиц:

- колебания температуры амплитудой до 0,01 °С и частотой 1 Гц, объясняющиеся погрешностью измерительной аппаратуры (рис. 48);

- колебания температуры амплитудой до 0,1 °С, наблюдаемые с частотой до 1 раза в минуту (рис. 49) и вызванные суммой факторов (колебания температуры в помещении, перемещения воздуха в помещении, движения наседки малой амплитуды, не регистрируемые приборами);

- охлаждения до 1 °С, связанные с двигательной активностью наседки и поворотами яиц (рис. 50);

- охлаждения до 5 °С, вызванные уходом наседки из гнезда (рис. 51).

Следует отметить, что краткосрочные охлаждения длительностью менее одной минуты не вызывают снижения температуры эмбриона [28].

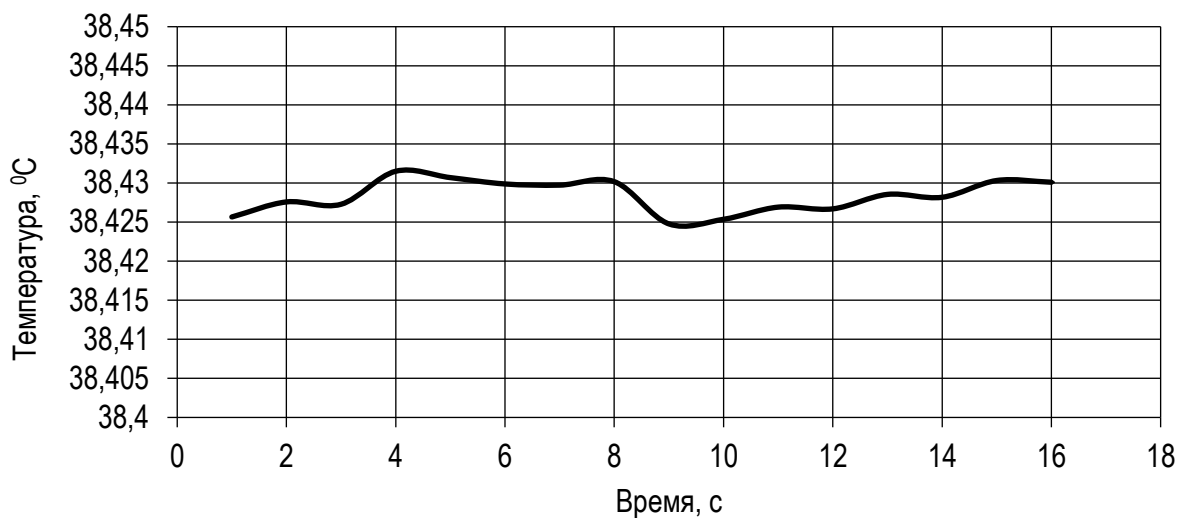


Рисунок 48 – Колебания температуры, вызванные погрешность измерения

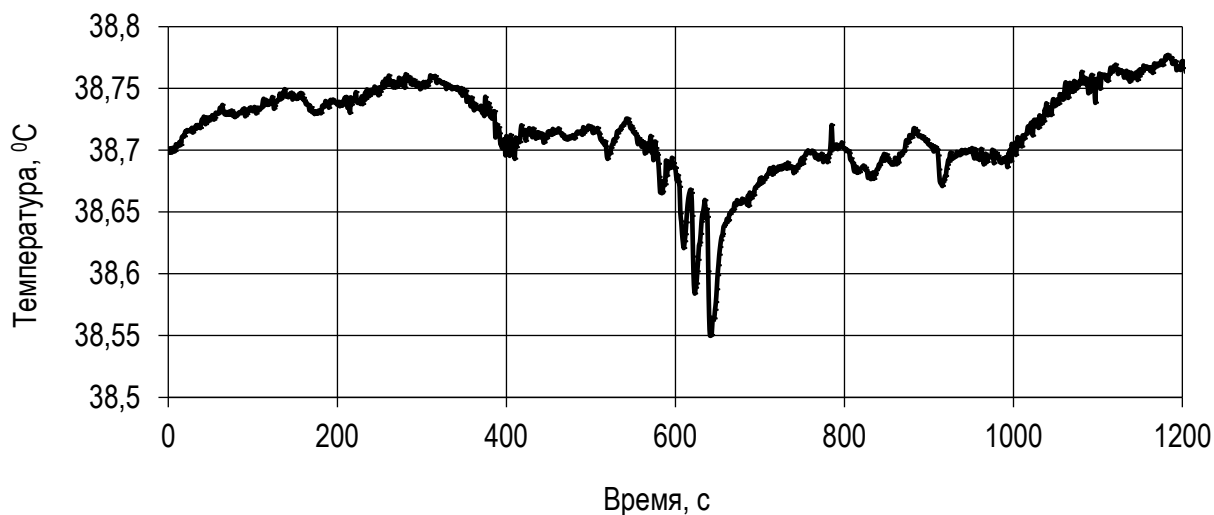


Рисунок 49 – Колебания температуры амплитудой до 0,1 °C

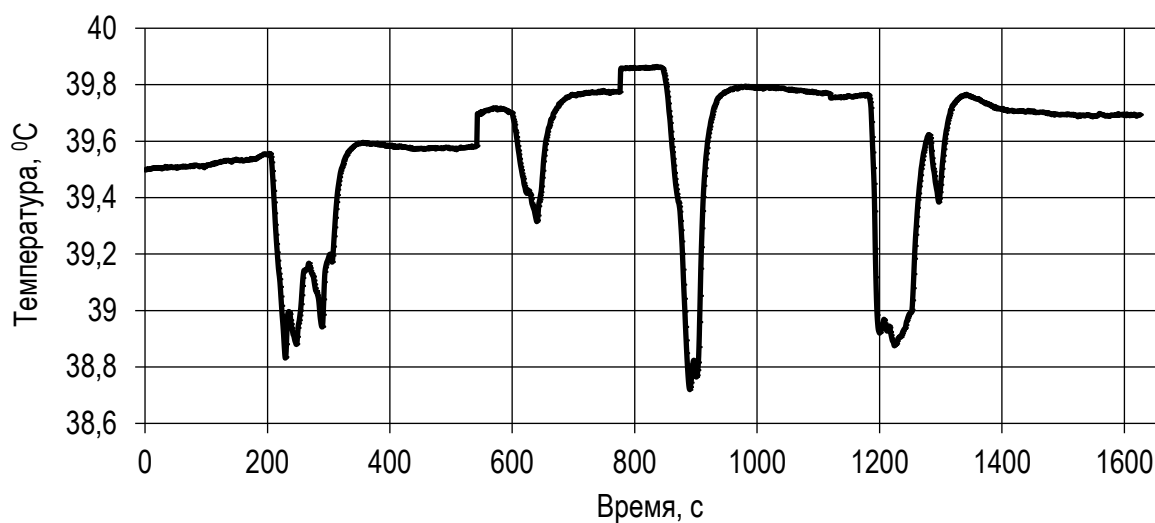


Рисунок 50 – Изменения температуры, вызванные двигательной активностью насадки

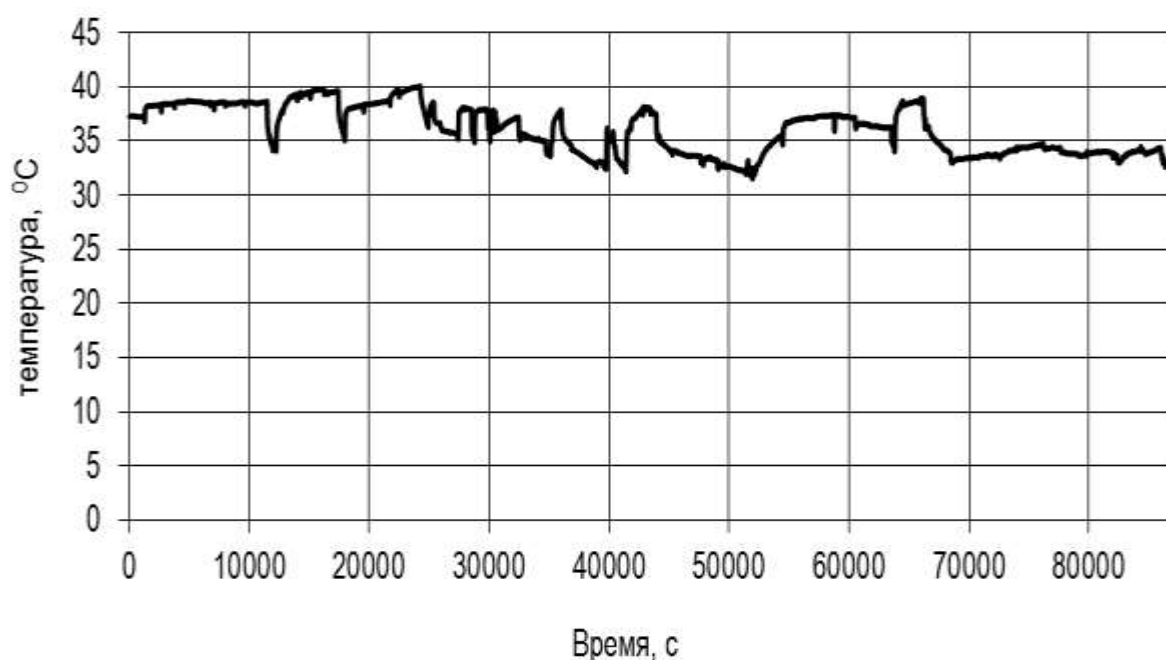


Рисунок 51 – Суточные колебания температуры скорлупы яиц под наседкой

Следует отметить, что охлаждения яиц, вызванные уходом наседки с гнезда, имели значительные отличия по продолжительности и были не регулярны.

Количество и продолжительность охладжений, вызванных двигательной активностью наседки и поворотами яиц, были рассчитаны по следующему алгоритму (прил. Ж):

- данные с термисторов, получаемые с частотой 1 Гц, были усреднены на участках продолжительностью 300 секунд, тем самым были получены средние значения температуры со сглаженными колебаниями, вызванными охлаждением яиц;

- при вычитании мгновенного истинного значения температуры из усредненного, были получены значения отклонений;

- с помощью логической формулы MS Excel ($A=ЕСЛИ(B4>X;1;0)$), где X – искомое значение температуры охлаждения, определены временные интервалы, в которых температура находится в искомом диапазоне;

- установлена продолжительность охлаждения $C=ЕСЛИ(D5=0;0;E+1)$;

- установлено количество охладжений $G=ЕСЛИ(F5<G4;G4;''')$;

Результаты измерения кратности и продолжительности охладжений приведены на рис. 52 и 53.

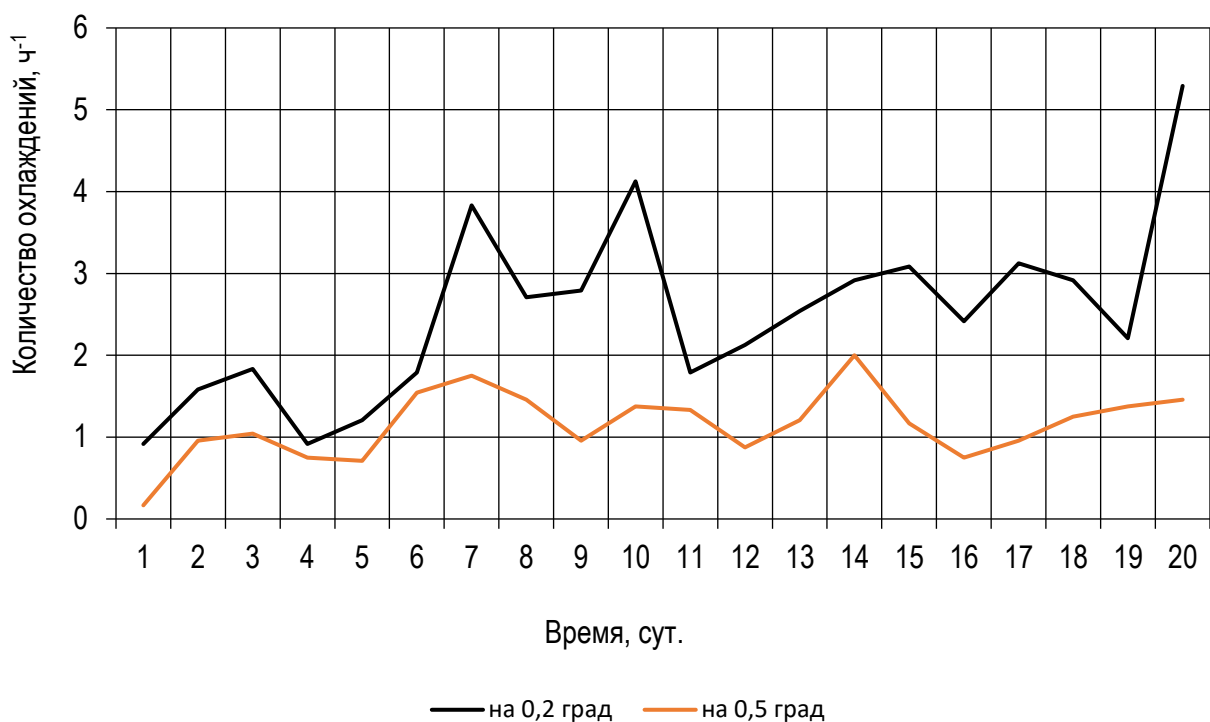


Рисунок 52 – Количество охлаждений кладки в час за период насиживания

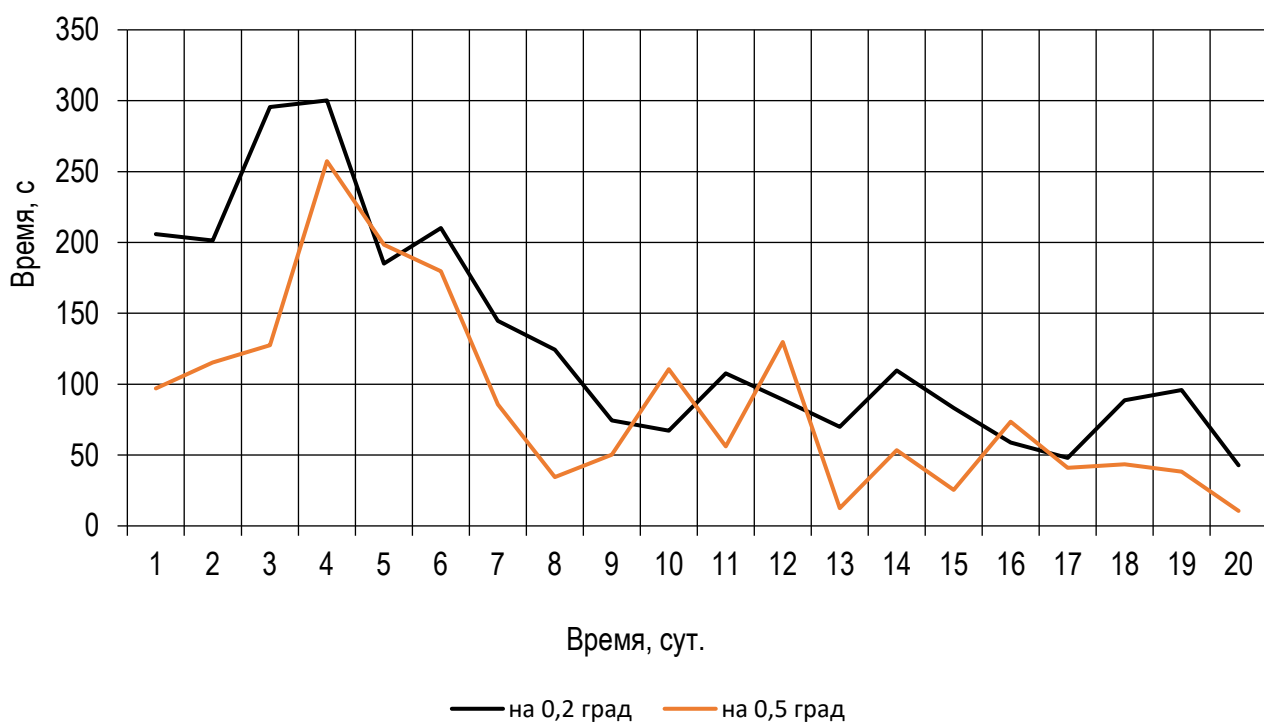


Рисунок 53 – Изменение средней продолжительности одного охлаждения на 0,5 °С и 0,2 °С за период насиживания

Следует отметить снижение продолжительности охлаждений яиц при равной кратности охлаждений; данный факт вызван растущим производством эмбрионом эндогенного тепла в процессе эмбриогенеза.

В целях дополнительных сведений о температуре насиживания было проведено ранжирование значений температуры за сутки (рис. 54)

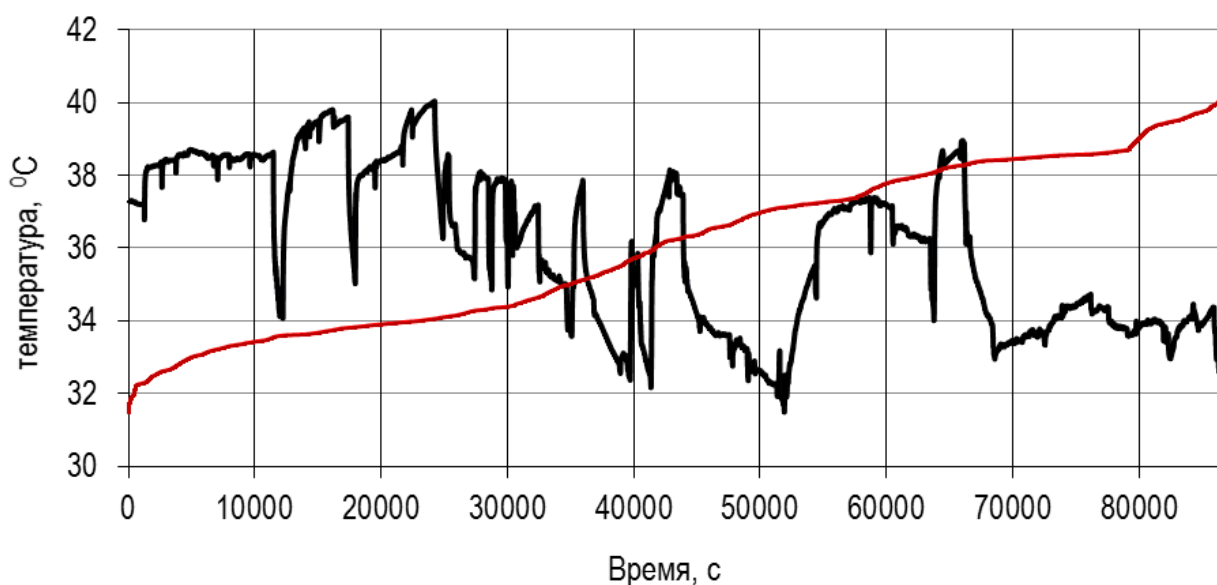


Рисунок 54 – Результаты обработки показателя температуры скорлупы яиц методом ранжирования, наложенные на данные в реальном времени

В представленном графике отсутствуют горизонтальные участки и, следовательно, температура скорлупы яиц на всем периоде насиживания нестабильна.

Дополнением к информации о кратности охлаждений может являться расчет количества поворотов яиц, алгоритм данного расчета не подвержен влиянию эндогенного тепла, вырабатываемого эмбрионом.

Для определения кратности поворотов яиц наседкой в гнезде были применены логические формулы из инструментария программы MS Excel по следующему алгоритму (прил. Ж):

1. Из четырех значений мгновенной температуры окружающей среды (датчики установлены на термоизолирующих прокладках равноудаленно друг от друга в экваториальной зоне малого радиуса яйца) по формуле ($C=ПОИСКПОЗ(A4;B4:B4;1)$) выбирается максимальное значение.
2. В случае изменения датчика, демонстрирующего максимальное значение температуры ($D=ЕСЛИ(C5<>C4;1;0)$), изменяется значение в столбце, в противном случае сохраняется значение 0.
3. Количество поворотов суммируется и делится на интервал наблюдений.

E=СУММ(D4:D132394)\n.

Данные о количестве поворотов яиц наседкой представлены в таблице 15 и на рис. 55.

Таблица 15

Количество поворотов яиц наседкой в час.

День инкубации	Количество поворотов, ч ⁻¹	День инкубации	Количество поворотов, ч ⁻¹	День инкубации	Количество поворотов, ч ⁻¹
1	2,3	8	3,4	15	3,5
2	7,9	9	5,3	16	18,6
3	20,5	10	2,9	17	1,7
4	16	11	3	18	7,4
5	9,4	12	3,6	19	7,3
6	3	13	6,5	20	14,4
7	5	14	4,5		

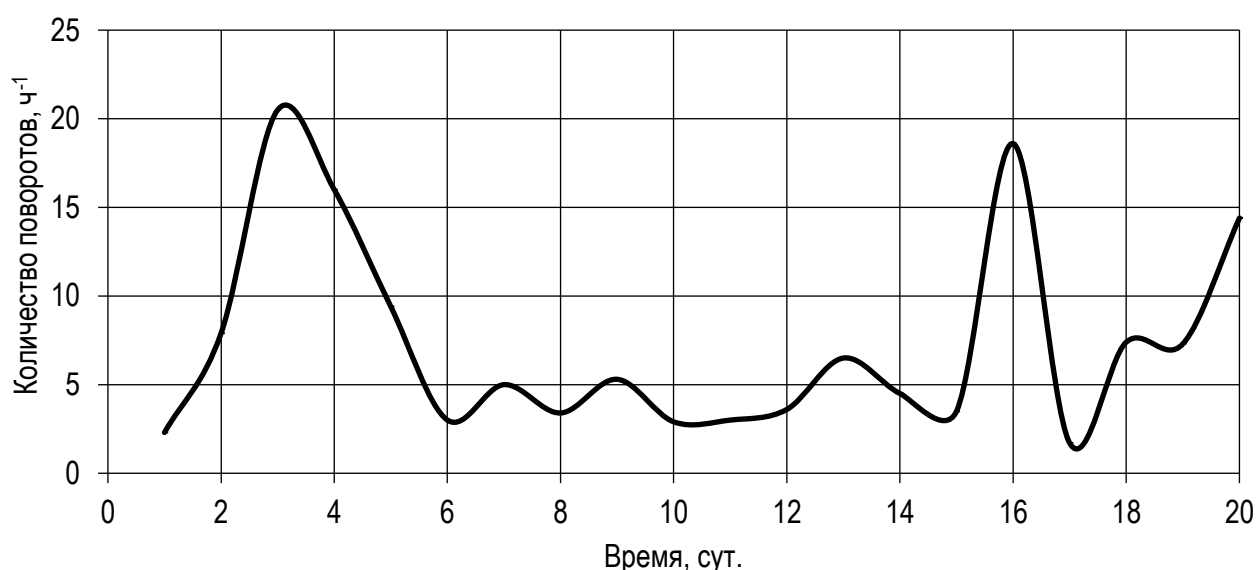


Рисунок 55 – Количество поворотов яиц в час за период насиживания

Обобщением данных о параметрах естественного насиживания может являться таблица 16.

Полученные в результате инструментальных исследований, параметры естественного насиживания позволяют определить диапазон допустимых параметров искусственной инкубации яиц. Учитывая, что условия естественного насиживания имеют значительные отличия от условий, создаваемых в камере инкубатора, для разработки температурного режима искусственной инкубации было принято решение осуществить математический расчет процесса.

Таблица 16

Сводные данные о параметрах естественного насиживания

День насиживания	Средняя температура, °С			Количество поворотов, ч ⁻¹	Количество охладений, ч ⁻¹		Длительность охладений, с		Разность температуры тела наседки и скорлупы
	эмбриона	среды	тела наседки		на 0,2 °С	на 0,5 °С	на 0,2 °С	на 0,5 °С	
1	30,8	31,4	33,2	2,3	0,9	0,2	205,8	97,0	2,4
2	27,5	27,2	28,7	7,9	1,6	1,0	201,3	115,2	1,2
3	29,6	29,3	30,7	20,5	1,8	1,0	295,5	127,4	1,1
4	27,6	27,2	28,6	16,0	0,9	0,8	300,2	257,3	1,0
5	27,6	27,2	28,9	9,4	1,2	0,7	185,1	198,5	1,3
6	29,9	29,5	32,3	3,0	1,8	1,5	210,1	179,7	2,3
7	33,1	32,6	34,7	5,0	3,8	1,8	144,6	85,7	1,6
8	35,8	35,4	38,0	3,4	2,7	1,5	124,4	34,4	2,2
9	36,5	36,1	38,3	5,3	2,8	1,0	74,4	50,2	1,9
10	36,4	36,0	38,0	2,9	4,1	1,4	67,3	110,6	1,7
11	37,4	37,1	39,0	3,0	1,8	1,3	107,6	56,1	1,6
12	37,4	37,0	38,7	3,6	2,1	0,9	89,2	129,8	1,3
13	37,1	36,7	38,6	6,5	2,5	1,2	70,0	12,5	1,5
14	36,0	35,6	37,8	4,5	2,9	2,0	109,6	53,5	1,8
15	36,2	35,9	37,1	3,5	3,1	1,2	83,3	25,5	0,9
16	37,1	36,8	37,6	18,6	2,4	0,8	58,9	73,6	0,5
17	36,5	36,2	37,6	1,7	3,1	1,0	47,9	41,0	1,1
18	37,1	36,7	37,6	7,4	2,9	1,3	88,6	43,5	0,5
19	37,7	37,4	38,5	7,3	2,2	1,4	96,0	38,3	0,8
20	38,2	37,8	38,8	14,4	5,3	1,5	42,8	10,6	0,7
Ср.	34,3	34,0	35,6	7,3	2,5	1,2	130,1	84,9	1,4
min	27,5	27,2	28,6	1,7	0,9	0,2	42,8	10,6	0,5
max	38,2	37,8	39,0	20,5	5,3	2,0	300,2	257,3	2,4

2.6. Результаты исследований по определению температурного режима инкубации на основании параметров естественного насиживания и обоснование конструктивно-технологической схемы инкубатора с функцией охлаждения яиц

В основе определения температурного режима естественного насиживания был положен разработанный и запатентованный способ определения температурного режима инкубации яиц сельскохозяйственных и диких птиц.

Технический результат достигается тем, что в способе определения температурного режима инкубации яиц сельскохозяйственных и диких птиц, вначале неинвазивно получают данные о нормальном значении показателя частоты сердечных сокращений эмбриона посредством изъятия яйца данного вида или породы птиц из-под наседки и помещения в устройство контроля показателя частоты сердечных сокращений, а далее определяют необходимый температурный режим в камере инкубатора посредством установки яйца с прикрепленным датчиком вышеуказанного устройства в камеру инкубатора и коррекции температуры в ней при непрерывном неинвазивном мониторинге частоты сердечных сокращений эмбриона до установления показателя, равного полученному при естественном насиживании. Полученные значения температур могут быть использованы для последующих инкубаций яиц данного вида птиц [80, 81].

Также на предварительном этапе были определены основные параметры температурного режима инкубации яиц:

- температура скорлупы яиц в процессе насиживания
- кратность охлаждений
- длительность охлаждений

Уровни варьирования параметров выбраны на основании результатов эксперимента (табл. 17).

Предварительные уровни варьирования параметров температурного режима
инкубации яиц

Наименование параметра	Интервал варьирования	Уровни варьирования	
		min	max
Средняя температура скорлупы яиц в процессе насиживания, °С	10,7	27,5	38,2
кратность охладжений, ч ⁻¹	4,4	0,9	5,3
длительность охладжений, с	256	42	300

В основу расчета температурного режима положен схематический график изменений температурного режима яиц в процессе естественного насиживания (рис. 56).

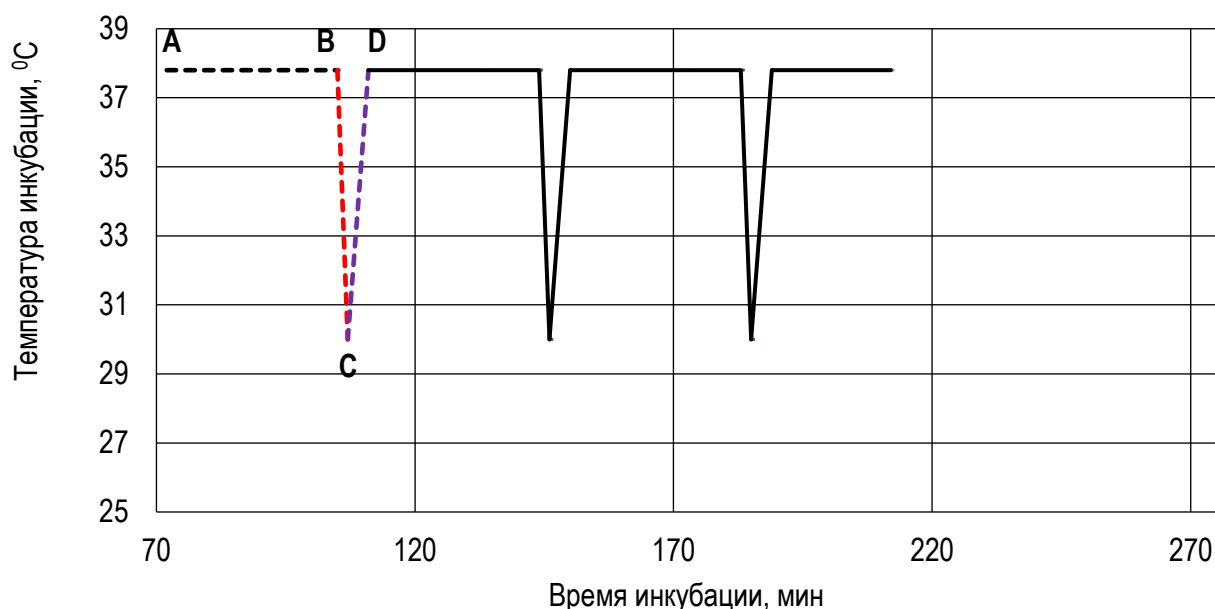


Рисунок 56 – Схематический график

Следует учитывать, что период времени, в который температура скорлупы яиц ниже среднего значения, состоит из двух фрагментов, а именно, периода собственно охлаждения, когда нет контакта наседки с яйцами и периода нагрева, когда тепло от наседки поступает к яйцам, однако, температура еще не восстановилась до начального значения. Следовательно:

$$N_{сут.} = (N_{BC} + N_{CD} + N_{AB}) \cdot n, \quad (5)$$

где $N_{сут.}$ – количество измерений в сутки, сут.⁻¹ ($N_{сут.} = 86400$ сут.⁻¹, т.к. ча-

стота измерений 1Гц, численно равно длительности суток – $T_{сут.} = 86400$ с)

N_{BC} – количество измерений в период охлаждения (нагрев отсутствует), шт. (численно равно длительности периода охлаждения T_{BC} , с);

N_{CD} – количество измерений в период нагрева до стабильной температуры, шт. (численно равно длительности периода нагрева T_{CD} , с);

N_{AB} – количество измерений в период стабильной температуры, шт. (численно равно длительности периода стабильной температуры T_{AB} , с);

n – количество охлаждений в сутки, сут.⁻¹.

$(N_{BC}+N_{CD})$ – суммарное количество измерений в период охлаждения и нагрева (численно равно времени, при котором температура скорлупы яиц ниже среднего значения $(T_{BC}+T_{CD})$, с) (табл. 18).

Учитывая, что график средних температур скорлупы яиц демонстрирует высокую стабильность, а также тот общеизвестный факт, что для полноценного развития эмбриона требуется определенная сумма температур, в качестве константы была принята сумма температур естественного насиживания – S_t .

Таблица 18

Уровни варьирования суммы температур скорлупы в процессе естественного насиживания

Наименование параметра	Уровни варьирования		
	минимум	среднее	максимум
Сумма температур S_t , °С	3045815,75	3204775,261	3317566,054

Формула суммы температур скорлупы при искусственной инкубации будет иметь вид:

$$S_t = \left(\sum_{i=1}^{N_{BC}} t_{i \text{ охл.}} + \sum_{i=1}^{N_{CD}} t_{i \text{ нагр.}} + \sum_{i=1}^{N_{AB}} t_{i \text{ стаб.}} \right) \cdot n, \quad (6)$$

где: $t_{i \text{ охл.}}$ – значение температуры i -го измерения в период охлаждения, °С;

$t_{i \text{ нагр.}}$ – значение температуры i -го измерения в период нагрева, °С;

$t_{i \text{ стаб.}}$ – значение температуры i -го измерения периода стабильной тем-

пературы, °С.

Для получения уравнений расчета температур был проведен регрессионный анализ данных, полученных при инструментальном контроле параметров естественного насиживания.

Снижение температуры скорлупы яиц может быть рассчитано по уравнению регрессии, полученного в результате аппроксимации экспериментальных данных, представленных в таблице 19. Несмотря на то, что в зависимости от срока эмбриогенеза снижение температуры скорлупы яиц, зависящее от длительности охлаждения, имеет отличия, вызванные выработкой зародышами эндогенного тепла, при длительности охлаждения в пределах уровней варьирования установленных экспериментально, данные различия не существенны (рис. 57)

Таблица 19

Зависимость средней температуры скорлупы яиц от длительности охлаждения

Длительность охлаждения, с	Температура скорлупы, °С	Длительность охлаждения, с	Температура скорлупы, °С	Длительность охлаждения, с	Температура скорлупы, °С
10	37,42	110	35,91	210	35,22
20	37,09	120	35,81	220	35,16
30	36,89	130	35,75	230	35,11
40	36,72	140	35,68	240	35,05
50	36,59	150	35,61	250	35,00
60	36,49	160	35,53	260	34,97
70	36,301	170	35,45	270	34,91
80	36,22	180	35,38	280	34,82
90	36,04	190	35,31	290	34,78
100	36,00	200	35,29	300	34,78

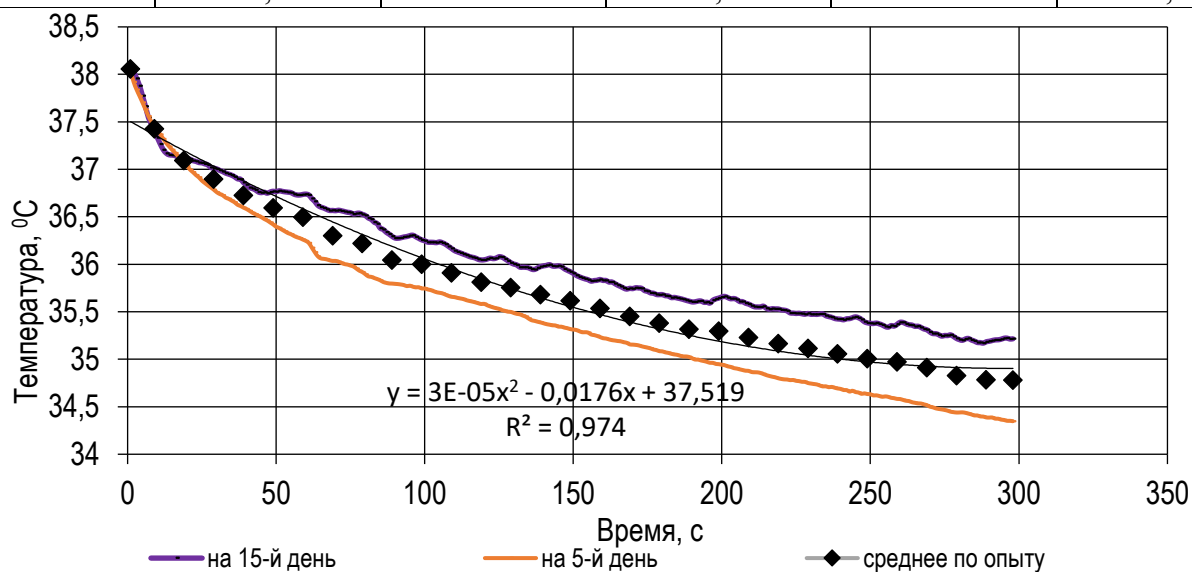


Рисунок 57 – Графики снижения температуры скорлупы яиц на 5 и 15 дни эмбриогенеза

Отсюда:

$$t_{\text{охл.}} = 0,00003T_{\text{охл.}}^2 - 0,0176T_{\text{охл.}} + 37,519 , \quad (7)$$

где $t_{\text{охл.}}$ – значение температуры в период охлаждения, °С;

$T_{\text{охл.}}$ – заданная длительности охлаждения $T_{\text{охл.}}$, с (численно равна количеству измерений отрезка в период охлаждения $N_{\text{охл.}}$).

Учитывая, что длительность отключения нагревательного элемента инкубатора задается оператором, значение температуры в конце охлаждения определяется по формуле, представленной выше, а сумма температур в процессе охлаждения находится по формуле:

$$S_{\text{охл.}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{BC}}} t_{i \text{ охл.}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{BC}}} (0,00003T_{i \text{ охл.}}^2 - 0,0176T_{i \text{ охл.}} + 37,519) , \quad (8)$$

где $S_{\text{охл.}}$ – сумма температур в процессе охлаждения.

Расчет температуры скорлупы яиц и суммы температур в процессе нагрева был также осуществлен на основании регрессионного анализа данных (таблица 20), полученных при инструментальном контроле параметров естественного насиживания.

Таблица 20

Зависимость температуры скорлупы яиц от длительности нагрева

Длительность нагрева, с	Температура скорлупы, °С	Длительность нагрева, с	Температура скорлупы, °С	Длительность нагрева, с	Температура скорлупы, °С
10	36,12	110	36,96	210	37,63
20	36,22	120	37,02	220	37,70
30	36,30	130	37,12	230	37,73
40	36,39	140	37,17	240	37,78
50	36,49	150	37,24	250	37,83
60	36,56	160	37,31	260	37,86
70	36,63	170	37,39	270	37,90
80	36,72	180	37,46	280	37,94
90	36,80	190	37,52	290	37,97
100	36,89	200	37,59	300	38,03

График зависимости температуры скорлупы яиц от длительности нагрева представлен на рис. 58.

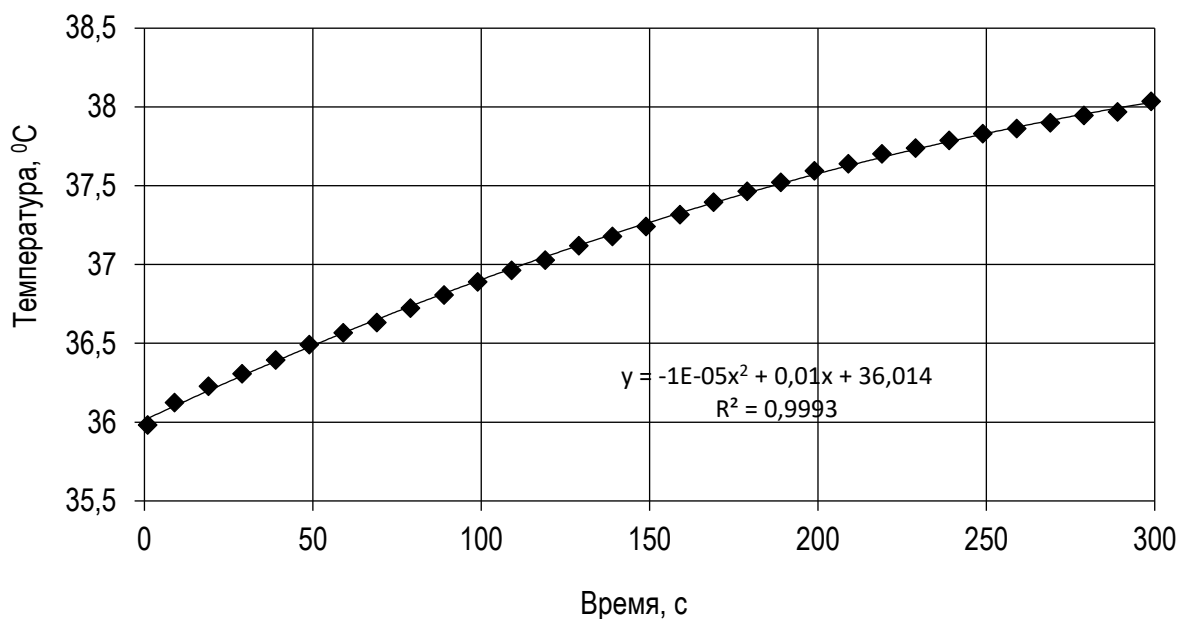


Рисунок 58 – График зависимости температуры скорлупы яиц от длительности нагрева

Следовательно:

$$t_{\text{нагр.}} = -0,00001T_{\text{нагр.}}^2 + 0,01T_{\text{нагр.}} + 36,014 \quad (9)$$

где $t_{\text{нагр.}}$ – значение температуры в период нагрева, °C;

$T_{\text{нагр.}}$ – расчетная длительность нагрева, с (численно равно количеству измерений расчетного отрезка в период нагрева $N_{\text{нагр.}}$).

Определение суммы температур в процессе нагрева осуществляется по формуле:

$$S_{\text{нагр.}} = \sum_{i=1}^{N_{CD}} t_{i \text{ нагр.}} = \sum_{i=1}^{N_{CD}} (-0,00001 T_{i \text{ нагр.}}^2 + 0,01T_{i \text{ нагр.}} + 36,014) \quad (10)$$

где $S_{\text{нагр.}}$ – сумма температур в процессе нагрева.

Количество измерений расчетного отрезка в период нагрева – $N_{\text{нагр.}}$ (численно равно расчетной длительности нагрева или восстановления температуры до исходного значения – $T_{\text{нагр.}}$) может быть рассчитана по уравнению регрессии, полученного в результате аппроксимации экспериментальных данных, представленных в таблице 21.

Зависимость длительности нагрева от температуры скорлупы яиц
в начале нагрева

Начальная температура, °С	Длительность нагрева, с	Начальная температура, °С	Длительность нагрева, с	Начальная температура, °С	Длительность нагрева, с
35,98	300	36,89	200	37,61	100
36,14	290	36,97	190	37,65	90
36,24	280	37,04	180	37,69	80
36,31	270	37,13	170	37,75	70
36,41	260	37,20	160	37,80	60
36,50	250	37,25	150	37,83	50
36,57	240	37,32	140	37,87	40
36,65	230	37,41	130	37,90	30
36,74	220	37,48	120	37,96	20
36,84	210	37,53	110	37,99	10

График зависимости длительности восстановления температуры скорлупы яиц от значения температуры в начале нагрева представлен на рис. 59.

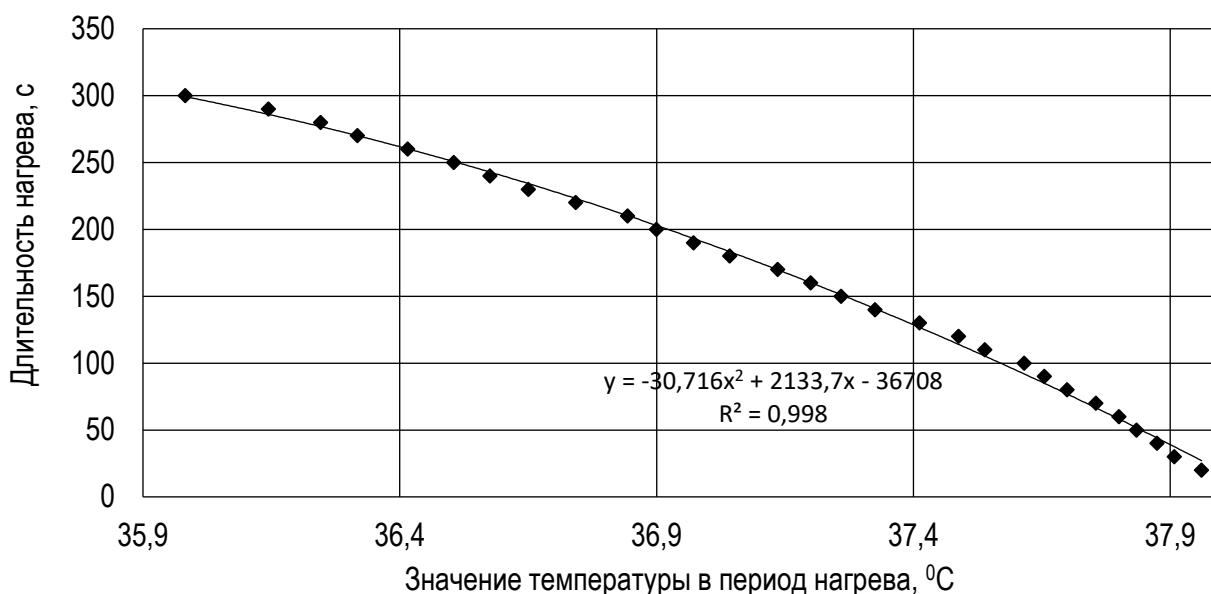


Рисунок 59 – График зависимости длительности восстановления температуры скорлупы яиц от значения температуры в начале нагрева

Определяется по формуле:

$$N_{\text{нагр.}} = -30,716t_{\text{нагр.}}^2 + 2133,7t_{\text{нагр.}} - 36708, \quad (11)$$

где $t_{\text{нагр.}}$ – значение температуры в начале нагрева, °C.

Учитывая отсутствие при искусственной инкубации яиц и характерного для естественного насиживания температурного градиента в яйце, при расчетах дина-

мических изменений времени и температуры охладений в качестве начальной температуры использовалось доказанное оптимальное при термостабильном режиме инкубации значение температуры скорлупы равно $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Полный алгоритм расчета температуры в инкубаторе может быть представлен следующим образом:

1. Задать кратность – n , сут. $^{-1}$, и продолжительность отключения нагревателя инкубатора – $T_{охл.}$, с (численно равно количеству измерений заданного отрезка в период охлаждения $N_{охл.}$).

2. Определить количество измерений и сумму температур одного цикла по формулам:

$$(N_{BC} + N_{CD} + N_{AB}) = N_{сум.}/n \quad (12)$$

$$\left(\sum_{i=1}^{N_{BC}} t_{i \text{ охл.}} + \sum_{i=1}^{N_{CD}} t_{i \text{ нагр.}} + \sum_{i=1}^{N_{AB}} t_{i \text{ стаб.}} \right) = \frac{S_t}{n} \quad (13)$$

3. Рассчитать температуру в конце периода охлаждения по формуле (7).

4. Рассчитать сумму температур в период охлаждения по формуле (8).

5. Рассчитать количество измерений отрезка в период нагрева по формуле (11).

6. Рассчитать сумму температур в период нагрева по формуле (10).

7. Определить количество измерений в период стабильной температуры по формуле

$$N_{AB} = N_{сум.}/n - N_{охл.} - N_{нагр.} \quad (14)$$

8. Определить сумму температур термостабильного периода по формуле

$$\sum_{i=1}^{N_{AB}} t_{i \text{ стаб.}} = \frac{S_t}{n} - \left(\sum_{i=1}^{N_{охл.}} t_{i \text{ охл.}} + \sum_{i=1}^{N_{нагр.}} t_{i \text{ нагр.}} \right) \quad (15)$$

9. Определить температуру инкубации термостабильного периода.

Окончательное уравнение для расчета искомой температуры имеет вид

$$t_{\text{инк.}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{AB}} t_{i \text{ стаб.}}}{N_{AB}} =$$

$$\frac{86400 \frac{t}{n} - \left(\sum_{i=1}^{N_{\text{охл.}}} (0,00003T_{i \text{ охл.}}^2 - 0,0176T_{i \text{ охл.}} + 37,519) + \sum_{i=1}^{N_{\text{нагр.}}} (-0,00001T_{i \text{ нагр.}}^2 + 0,01T_{i \text{ нагр.}} + 36,014) \right)}{\frac{86400}{n} - N_{\text{охл.}} - \left[30,716(0,00003T_{\text{охл.}}^2 - 0,0176T_{\text{охл.}} + 37,519)^2 + 2133,7(0,00003T_{\text{охл.}}^2 - 0,0176T_{\text{охл.}} + 37,519) - 36708 \right]}$$
(16)

где n – количество охлаждений, сут.⁻¹;

t – температура инкубации при термостабильном режиме, °С.

Далее для численной реализации указанного алгоритма расчета была разработана математическая программа на базе «Microsoft Office Excel» (прил. Е), позволяющая рассчитать искомую температуру инкубации в зависимости от длительности охлаждения, количества охлаждений в сутки и рекомендованной для яиц данного вида птицы температуры инкубации при термостабильном режиме [100].

В результате численной реализации выражения (16) в разработанной нами математической программе на базе «Microsoft Office Excel» построена поверхность отклика, характеризующая искомую температуру инкубации в зависимости от длительности охлаждения и количества охлаждений в сутки при рекомендованной для данного вида птицы температуре инкубации при термостабильном режиме $t = 37,8$ °С, которая представлена на рис. 60.

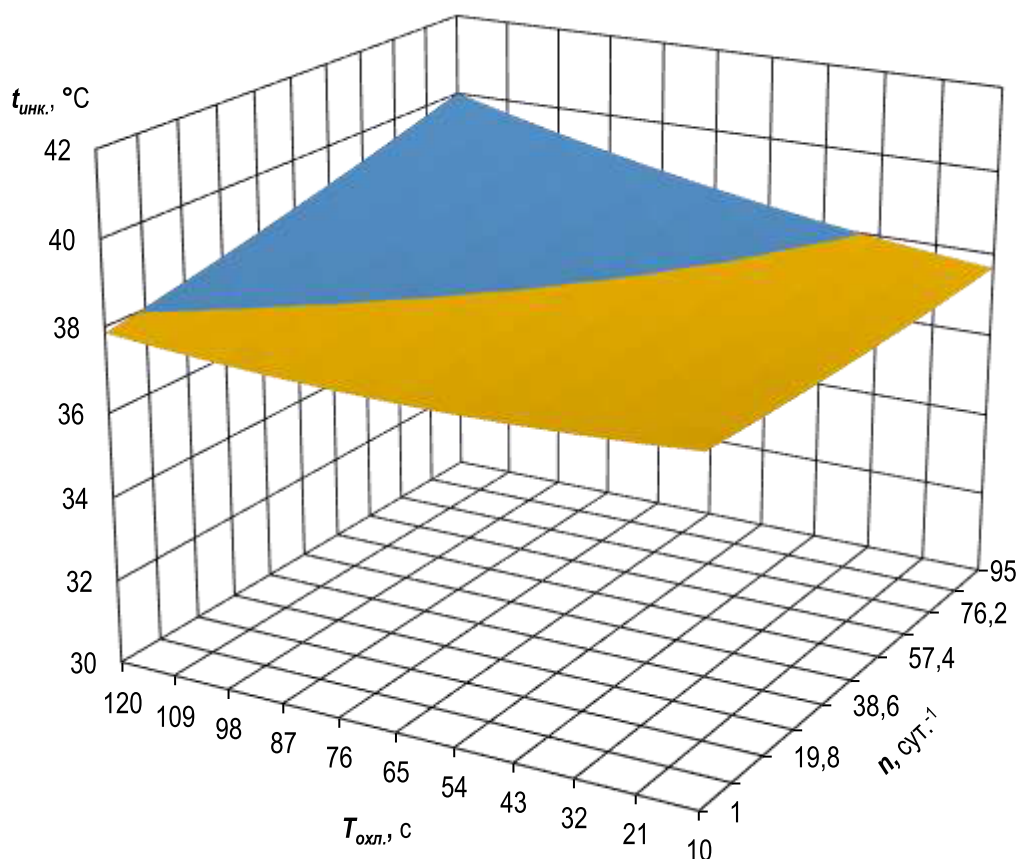


Рисунок 60 – Поверхность отклика, характеризующая искомую температуру инкубации в зависимости от длительности охлаждения и количества охладжений в сутки при рекомендованной для яиц данного вида птицы температуры инкубации при термостабильном режиме $t = 37,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ [98]

Для реализации предложенного режима инкубации разработана конструктивно-технологическая схема инкубатора с функцией охлаждения яиц (рис. 61), которая состоит из корпуса 1, нагревательного элемента 2, вентилятора 3, лотков для яиц 4, механизма поворота лотков 5, увлажнителя 6, корпуса блоков управления 7, блока управления 8, блока управления охлаждением 9, устройства вывода информации 10, органов управления 11, датчика температуры 12, датчика температуры охлаждения 13, датчика влажности 14, вентиляторов охлаждения 15, жалюзи 16. Принцип работы инкубатора с функцией охлаждения яиц заключается в следующем.

При открытой двери корпуса 1, яйца птиц 18, предназначенные для инкубации, укладываются в лотки для яиц 4. Дверь инкубатора закрывается, после чего подается питание на блок управления 8, расположенные в корпусе блока управле-

ния 7. Блок управления 8 управляет подачей питания на все исполнительные системы лабораторного инкубатора, согласно установленной программе и данным, получаемым от датчика температуры 12, датчика влажности 14. Нагрев воздуха в камере инкубатора осуществляется нагревателем 2. Для создания одинаковой температуры в корпусе 1, воздух перемешивается вентилятором 3. Механизм поворота лотков 5 включается блоком управления 8 через установленные пользователем промежутки времени. В момент подачи питания на механизм поворота лотков 5 включается блок управления охлаждением, который включает вентиляторы охлаждения 15 на промежутки времени, установленный пользователем. Воздух из помещения, в котором установлен инкубатор, под воздействием давления, создаваемого вентиляторами охлаждения 15, нагнетается в корпус 1 инкубатора и охлаждает инкубируемые яйца 18. Под действием избыточного давления воздуха в корпусе 1 жалюзи 16 открываются и обеспечивают свободный выход воздуха через отверстия. По завершении установленного пользователем времени охлаждения, блок управления охлаждением 9 прекращает подачу питания на вентиляторы охлаждения 15, в отсутствие избыточного давления внутри корпуса 1 инкубатора, жалюзи 16 закрываются.

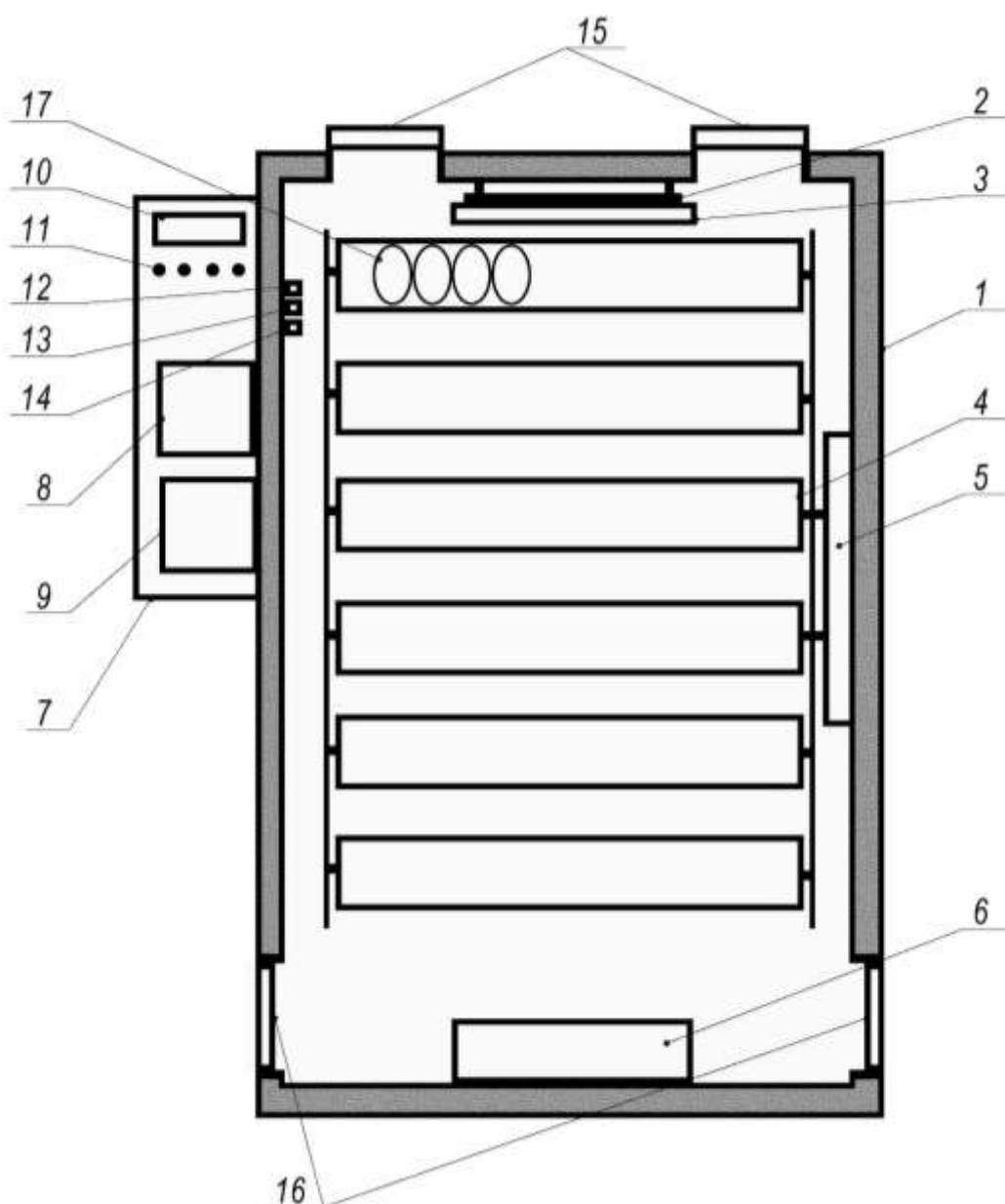


Рисунок 61 – Конструктивно-технологическая схема инкубатора с функцией охлаждения яиц

В случае снижения температуры воздуха в корпусе 1 инкубатора ниже значения, установленного пользователем и контролируемого датчиком температуры охлаждения 15, в целях предотвращения переохлаждения яиц 18, блок управления охлаждением 9 прекращает подачу питания на вентиляторы охлаждения 15 до окончания периода охлаждения, установленного пользователем. Инкубатор переходит в режим поддержания запрограммированных параметров инкубации и управляется блоком управления 8. При следующем включении механизма поворота лотков 5, цикл охлаждения, регулируемый блоком управления охлаждением 9 повторяется.

Предлагаемая конструкция инкубатора с функцией охлаждения яиц позволяет реализовать природный механизм усиления газообмена через скорлупу яиц, основанный на периодическом охлаждении яиц, которое вызывает изменение давления воздуха в подскорлуповых воздушных пространствах [85].

2.7 Результаты сравнительных исследований эмбрионального и раннего постэмбрионального развития молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при различных режимах искусственной инкубации

Задачей данного исследования является сравнение эмбрионального развития, результатов инкубации яиц и параметров роста молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при различных режимах искусственной инкубации. В результате исследования было установлено, что температурный режим инкубации яиц, рассчитанный при помощи математического расчета на основе параметров естественного насиживания, обеспечивает вывод жизнеспособного молодняка кур кросса Кобб 500 (рис. 62).



Рисунок 62 – Молодняк кур кросса Кобб 500

Основные сведения о части исследования, посвященной эмбриональному

развитию кросса при различных режимах инкубации, представлены в таблице 22.

Отсутствие значимых отличий в массе инкубационных яиц, как в опытной, так и в контрольной партии (средняя масса яиц составила $65,2 \pm 0,33$ г), позволяет рассматривать результаты эксперимента не только в относительных, но и в абсолютных значениях. Из результатов исследования следует, что колебания температуры при инкубации контрольной партии не вызвали достоверных отличий в показателе снижения массы яиц в процессе инкубации. Процент усушки составил $12,2 \pm 0,09$ % и $12,3 \pm 0,12$ % в опытной и контрольной партии, соответственно. Данный факт подтверждает исследования, демонстрирующие отсутствие зависимости показателя усушки яиц от режима инкубации.

Таблица 22

Зоотехнические параметры эмбрионального развития кур кросса Кобб 500 в контрольной и опытной партиях.

Параметр	Температурный режим	
	контрольная группа	опытная группа
Масса инкубационных яиц, г	65,2±0,33	65,2±0,33
Масса яиц на выводе, г	57,1±0,31	57,2±0,30
Снижение массы яиц за период инкубации, %	12,3±0,12	12,2±0,09
Масса суточных цыплят, г	48,7±1,64	49,5±1,44
Масса суточных цыплят от массы инкубационных яиц, %	74,9±2,49	76,2±2,18
Оплодотворенность, %	94,0	93,3
Выводимость яиц, %	84,3	92,1
Эмбриональная смертность от общего количества погибших эмбрионов:		
Кровяное кольцо, %	31,8	45,4
Замершие, %	54,5	45,5
Задохлики, %	13,6	9,0
Некондиционных цыплят, гол.	3	0
Балл pasgar@score	8,4	9,2
Итого кондиционного молодняка, гол.	116	129

Отмечается тенденция к увеличению абсолютного значения массы суточного молодняка в опытной партии ($49,5 \pm 1,44$ г) относительно контроля ($48,7 \pm 1,64$ г). Процентные соотношения массы цыплят от массы инкубационных яиц для опыта и контроля составляют $76,2 \pm 2,18$ % и $74,9 \pm 2,49$ % соответственно.

Показатель выводимости яиц, равный 84,3 % и 92,1 % для контроля и опыта соответственно, демонстрирует преимущества температурного режима инкубации, основанного на параметрах естественного насиживания. В опытной партии также отмечается отсутствие некондиционного молодняка и повышенный балл оценки суточного молодняка Pasgar@score. Сравнительная диаграмма параметров эмбрионального развития кур кросса Кобб 500 при различных температурных режимах инкубации представлена на рис. 63.

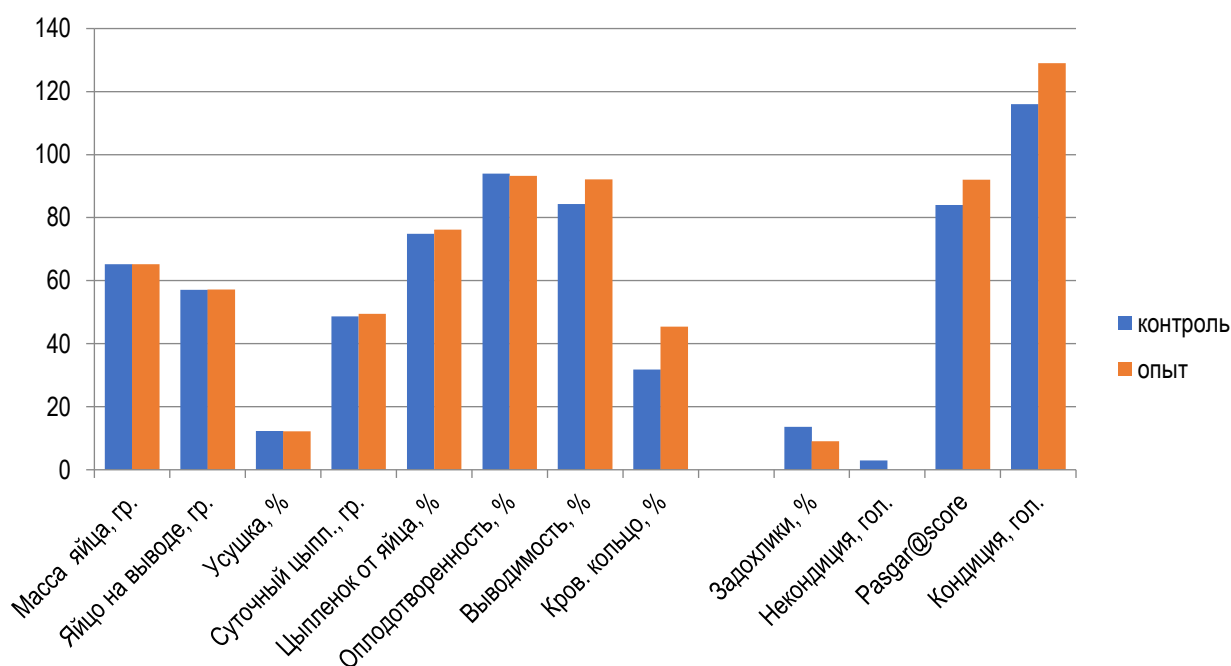


Рисунок 63 – Параметры эмбрионального развития кур кросса Кобб 500 при различных температурных режимах инкубации

Наиболее характерные результаты общего анализа крови 15 цыплят из каждой партии представлены в таблице 23.

Таблица 23

Основные показатели крови суточного молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при различных температурных режимах инкубации.

Показатель	ед.изм.	Опыт	Контроль
эритроциты	$\times 10^{12}$	$1,8 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,4$
гемоглобин	гр./л	98 ± 9	115 ± 5
лейкоциты	$\times 10^9$	$30,5 \pm 12,8$	$31,2 \pm 8,9$

Основные показатели крови молодняка, полученного в контроле и опыте, соответствуют нормам [64]. Наиболее вероятной причиной несколько сниженных,

относительно контрольной группы, значений содержания эритроцитов и гемоглобина в крови цыплят опытной группы может являться более высокое содержание кислорода в подскорлуповых оболочках, вызванное повышенным газообменом между воздухом, содержащимся в полостях яйца, и окружающей средой, вследствие температурных расширений.

Сравнительный анализ биохимических показателей суточного молодняка представлен в таблице 24.

Таблица 24

Биохимические показатели крови суточного молодняка кур кросса Кобб 500, полученного при различных температурных режимах инкубации яиц.

Показатель	Ед. изм.	Опыт	Контроль
общий белок	г\л	27±3	25±4
альбумины	г\л	<15	<15
мочевина	ммоль\л	2,9±2,6	3±1,3
креатинин	мкмоль\л	31±5*	9±3
глюкоза	ммоль\л	12,2±0,6	12,5±0,2
общий билирубин	мкмоль\л	3,2±0,2	3,4±0,3
холестерин	ммоль\л	10,1±0,1	10,3±0,2
железо	мкмоль\л	22,8±5,23	35,9±8,54
АЛТ	ед\л	5	5
АСТ	ед\л	192±12	230±18
а-амилаза	ед\л	1687±154	2132±114
кальций	ммоль\л	3,9±0,1	4,1±0,2
фосфор	ммоль\л	1,5±0,1	1,3±0,1
магний	ммоль\л	1,03±0,05	1,04±0,02

Примечание: * - $P \geq 0,95$; ** - $P \geq 0,99$; *** - $P \geq 0,999$.

Также как и в результатах гематологического исследования, биохимические параметры крови суточных цыплят, полученных при термостабильном и термоконтрастном режимах искусственной инкубации, по большинству параметров не имеют существенных отличий и соответствуют нормальным значениям [64].

Повышенный, относительно контроля, уровень креатинина может являться следствием повышенной двигательной активности эмбрионов в опытной группе, вызванной более частыми поворотами яиц в инкубаторе, а также краткосрочными охлаждениями. В процессе выращивания молодняка, полученного из контрольной и опытной партий яиц, были получены сравнительные данные о динамике набора

массы при различных условиях содержания (табл. 25, 26).

Таблица 25

Динамика живой массы и сохранности цыплят,
содержащихся в различных условиях

день	Контрольная		Опытная 1		Опытная 2		Опытная 3	
	живая масса цыплят, г	кол-во цыплят	живая масса цыплят, г	кол-во цыплят	живая масса цыплят, г	кол-во цыплят	живая масса цыплят, г	кол-во цыплят
1	48±0,2	50	49±0,3	49	48±0,3	43	49±0,3	43
2	62±0,7	50	63±0,6	49	60±0,5	43	61±0,5	43
3	77±1,2	50	79±0,8	49	73±1,5	43	75±0,9	43
4	93±2,2	50	96±1,2	49	86±2,4	42	89±1,9	43
5	112±3,0	50	116±1,9	49	103±3,1	42	106±2,7	43
6	133±3,5	49	138±2,5	49	120±3,8	42	125±3,4	43
7	158±3,8	49	163±2,7	49	142±4,2	42	148±3,9	43
8	184±4,0	49	191±3,2	49	164±4,2	42	172±3,9	43
9	213±4,2	49	221±3,9	49	189±4,8	42	198±4,5	42
10	243±4,7	49	253±4,8	49	214±4,5	42	226±4,4	42
11	277±4,9	49	289±5,3	49	244±5,6	42	258±4,8	42
12	313±5,2	49	326±5,6	49	276±6,8	41	291±5,6	42
13	354±7,8	49	369±6,2	49	312±8,4	41	329±5,9	42
14	400±8,0	49	417±7,1	48	352±8,5	41	372±7,1	42
15	450±8,5	49	470±7,0	48	396±9,1	41	419±8,5	42
16	506±11,2	49	528±8,6	48	447±10,9	41	471±8,7	42
17	565±11,2	49	590±8,9	48	500±11,1	41	527±10,5	42
18	627±11,5	49	655±9,5	48	554±11,1	41	585±10,9	42
19	691±12,0	49	723±10,0	48	609±11,5	41	645±11,2	42
20	759±12,9	48	793±10,8	48	665±11,8	41	710±12,5	42
21	830±13,4	48	868±11,2	48	723±11,7	39	777±12,9	42
22	904±14,2	48	945±13,8	48	782±13,2	39	848±14,2	42
23	980±15,9	48	1024±15,0	48	844±13,7	39	920±15,3	42
24	1057±17,0	48	1105±15,3	48	907±15,5	39	992±15,7	41
25	1135±17,2	48	1186±15,7	48	971±15,8	39	1065±16,7	41
26	1214±19,5	48	1269±17,4	48	1012±17,7	39	1140±18,2	41
27	1294±21,6	48	1352±19,2	48	1079±19,2	39	1215±19,5	41
28	1374±22,1	48	1437±21,0	48	1150±23,5	39	1290±25,3	41
29	1456±26,8	48	1523±25,7	48	1222±25,4	39	1366±27,1	41
30	1541±27,4	48	1612±28,1	48	1294±25,4	39	1445±29,4	40
31	1628±27,9	48	1703±29,4	48	1367±26,9	39	1526±29,9	40
32	1717±28,3	48	1796±30,2	48	1440±29,0	39	1609±30,2	40
33	1809±29,1	48	1892±32,1	48	1513±30,4	39	1692±32,0	40
34	1902±29,6	48	1990±33,5	48	1588±33,2	39	1778±33,5	40
35	1996±30,4	48	2088±34,8	48	1663±35,8	39	1865±34,7	40
36	2090±32,5	48	2187±35,4	48	1737±36,4	39	1950±36,2	40
37	2183±37,0	48	2284±35,9	48	1810±38,9	39	2035±38,8	40
38	2275±37,2	48	2380±36,4	48	1881±39,9	39	2119±39,1	40
39	2366±38,5	48	2475±37,3	48	1951±40,0	39	2202±41,2	40
40	2457±39,5	48	2570±38,2	48	2019±40,5	39	2283±41,7	40

Сравнение показателя живой массы цыплят, содержащихся в различных условиях на 40-й день

Относительно контрольной				
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Живая масса, г	2457±39,5	2570±38,2	2019±40,5***	2283±41,7**
% к контролю	100	104,6	82,2	92,9
Относительно опытной 3				
	Опытная 3	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2
Живая масса, г	2283±41,7	2457±39,5**	2570±38,2***	2019±40,5**
% к опытной 3	100	107,6	112,6	88,4

Примечание: * - $P \geq 0,95$; ** - $P \geq 0,99$; *** - $P \geq 0,999$.

Несмотря на то, что пониженная температура в помещении, при которой выращивался молодняк, существенно снизила показатель массы у цыплят, полученных как из контрольной, так и из опытной партии яиц, можно отметить, что результат выращивания цыплят в группе опытная 3 отличается от контроля на 7,1 %, тогда как разность в живой массе групп опытная 2 и опытная 3 составляет 11,6 %.

Учитывая, что поддержание оптимальных температур в птичнике в условиях малого фермерского или приусадебного хозяйства зачастую является наиболее сложным условием, повышенная устойчивость молодняка группы опытная 3, является важным показателем настоящего исследования. Сравнительные графики динамики живой массы и сохранности цыплят, содержащихся в различных условиях, представлены на (рис. 64).

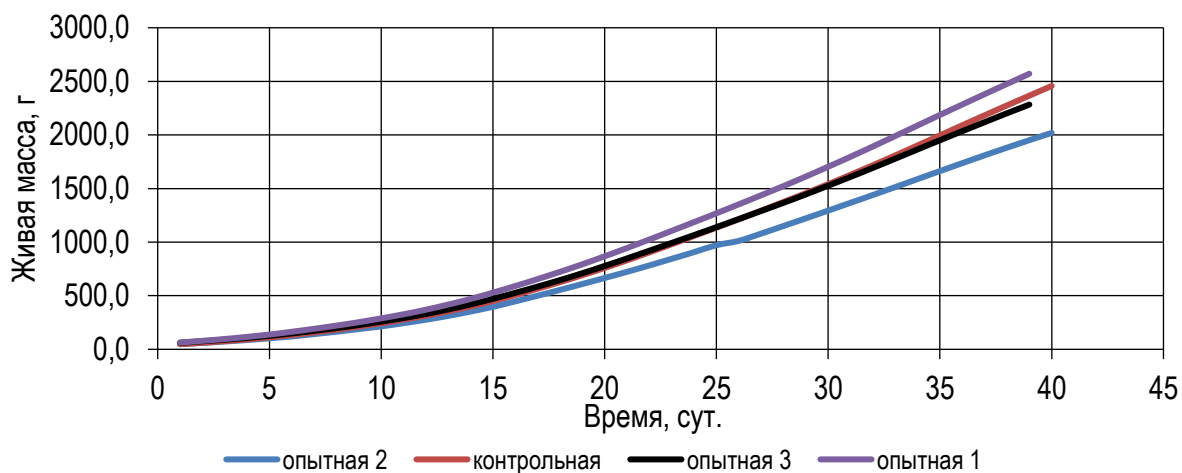


Рисунок 64 – Динамика живой массы и сохранности цыплят, содержащихся в различных условиях

Не менее важным показателем роста молодняка является значение средне-

суточного прироста живой массы. Результат расчетного среднесуточного прироста живой массы поголовья, участвовавшего в исследовании, представлен в таблице 27.

Таблица 27

Расчетный показатель среднесуточного прироста живой массы молодняка кур кросса Кобб 500, содержащегося в различных условиях, г

День	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
1	0	0	0,0	0
2	13,3	13,9	11,4	12,0
3	15,2	16,0	13,0	13,7
4	16,2	16,9	13,8	14,5
5	19,0	19,9	16,2	17,1
6	20,9	21,8	17,2	19,0
7	24,7	25,7	22,2	22,5
8	26,6	27,8	22,2	24,2
9	28,5	29,8	24,6	25,9
10	30,4	31,9	24,9	28,0
11	34,2	35,9	30,2	31,8
12	36,1	37,6	31,8	33,6
13	40,9	42,9	36,0	38,0
14	45,6	47,9	40,2	42,4
15	50,4	52,5	44,4	46,8
16	56,1	58,8	50,8	52,7
17	58,9	61,9	52,5	55,4
18	61,8	64,7	54,2	58,0
19	64,6	67,6	55,0	60,7
20	67,5	70,4	56,4	64,1
21	71,3	74,6	57,3	67,7
22	74,1	77,3	59,9	70,4
23	76,0	79,4	61,6	72,2
24	77,0	80,8	62,6	72,3
25	77,9	81,4	64,3	73,2
26	78,8	82,3	64,2	74,1
27	79,8	83,7	67,7	75,0
28	80,8	84,5	71,1	75,9
29	81,7	85,7	71,2	76,0
30	84,6	88,8	72,1	78,6
31	87,4	91,6	72,9	81,3
32	89,3	93,1	73,0	82,2
33	91,2	95,9	73,8	83,9
34	93,1	97,5	74,6	85,7
35	94,1	98,4	74,6	86,5
36	94,1	98,6	73,9	85,6
37	93,1	97,0	73,1	84,7
38	92,2	96,5	71,4	83,9
39	91,2	95,3	69,8	83,0
40	90,3	94,8	68,2	81,2

Анализ данных о среднесуточном росте живой массы молодняка демонстрирует значительное снижение данного показателя для группы опытная 2, а также близкие значения показателя для групп контрольная и опытная 3. Тем самым подтверждается значительное снижение показателей прироста живой массы кур высокопродуктивного кросса Кобб 500 при условиях содержания, отличных от рекомендованных производителем, однако, применение предлагаемого режима инкубации позволяет получить жизнеспособный молодняк, более устойчивый к температуре окружающего воздуха в процессе выращивания. Отличия в показателе среднесуточного прироста живой массы демонстрируются на рис. 65.

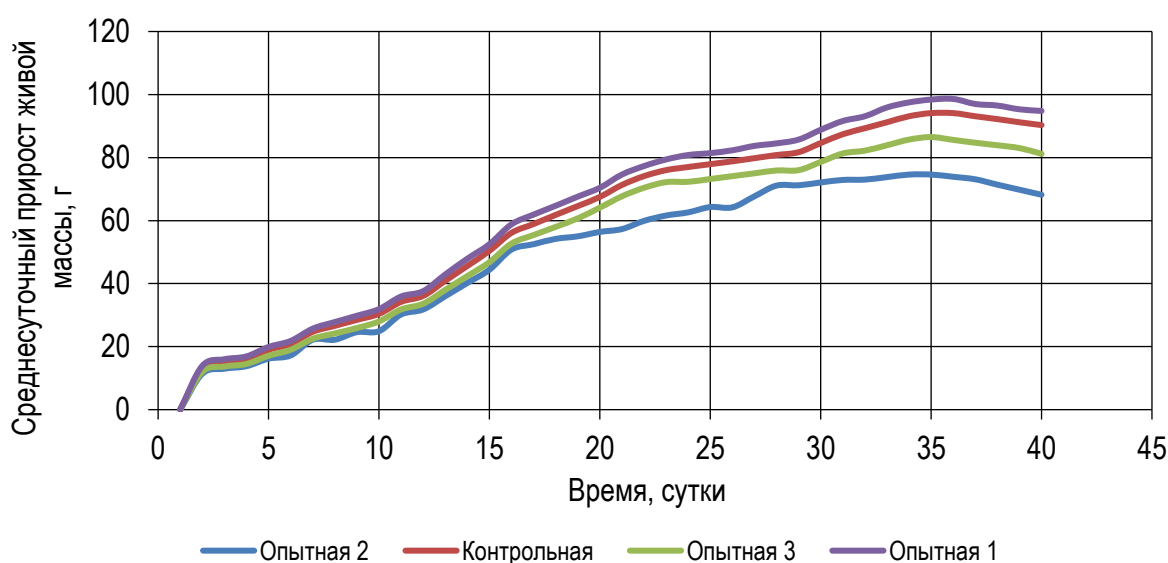


Рисунок 65 – Графики изменения среднесуточного прироста живой массы молодняка кур кросса Кобб 500

Падеж молодняка в процессе выращивания в процентном отношении отличался у всех групп (рис. 66).

В результате исследования зоотехнических показателей развития молодняка кур кросса Кобб 500 при различных условиях содержания было установлено, что применение разработанного режима инкубации позволяет в условиях малых фермерских и приусадебных хозяйств получить показатели продуктивности, сопоставимые с результатами выращивания поголовья в рекомендованных производителем условиях.

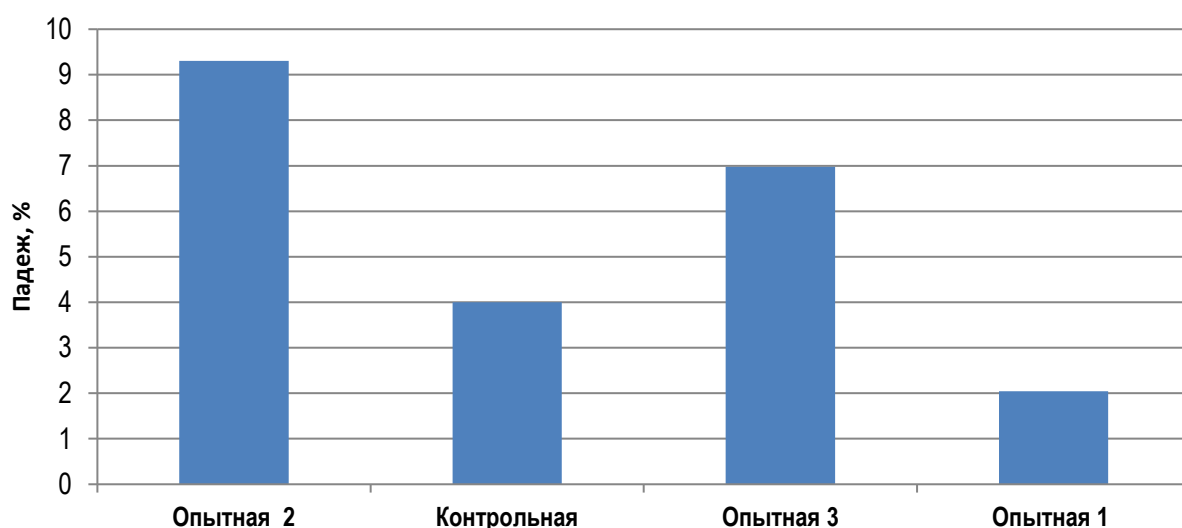


Рисунок 66 – Процентное соотношение падежа молодняка за период выращивания

После убоя цыплят-бройлеров в 40 – дневном возрасте была проведена анатомическая разделка (обвалка) 10 тушек по методике проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы [61], результаты которой представлены в табл. 28.

Таблица 28

Мясные качества цыплят-бройлеров

	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Живая масса, г	2457±39,5	2570±38,2	2019±40,5***	2283±41,7**
Масса потрошеной тушки, г	1813±46,5	1960±43,9	1443±40,7***	1720±41,4
Убойный выход мяса, %	73,8	76,3	71,5	75,3
Масса грудки без кости, г	435	503	305	420
Выход грудки без кости (от массы тушки), %	24,0	25,7	21,1	24,4
Масса целого бедра, г	276	285	218	263
Выход целого бедра (от массы тушки), %	15,2	14,5	15,1	15,3
Масса целой голени, г	167	188	142	161
Выход целой голени (от массы тушки), %	9,2	9,6	9,8	9,4
Масса крыльев, г	139	143	107	135
Выход крыльев (от массы тушки), %	7,7	7,3	7,4	7,8

Примечание: * - $P \geq 0,95$; ** - $P \geq 0,99$; *** - $P \geq 0,999$.

Сравнение показателей выхода мяса демонстрирует закономерное влияние жизнеспособности молодняка, полученного при различных режимах инкубации,

на рост цыплят в постэмбриональный период в различных условиях. Вместе с тем, следует отметить, что молодняк, полученный из яиц, инкубированных при предлагаемом температурном режиме инкубации, менее подвержен негативным последствиям отклонения от условий содержания, рекомендованных производителем. Разность средних значений живой массы контрольной и опытной 2 групп составляет 438 г, тогда как отличия между группами опытная 1 и опытная 3 равны 288 г. Отмечается снижение влияния условий содержания на мясную продуктивность у молодняка опытной группы. Процентное снижение мясной продуктивности по массе тушки между контрольной и опытной 2 группами составило 21 %, тогда как в опытных группах 1 и 3 этот показатель равен 13 %. Следовательно, применение разработанного режима инкубации яиц позволяет расширить диапазон температур содержания молодняка в процессе выращивания.

В целях проверки качества мясной продукции было проведено лабораторное исследование качественных показателей. Результаты лабораторных исследований представлены в таблицах 29 и 30.

Таблица 29

Химический состав мяса бройлеров кросса Кобб 500

Показатель	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Вода	72,46	72,53	73,03	73,25
Белок	20,31	20,56	20,18	20,41
Жир	2,89	2,88	2,90	2,96
Зола	1,05	1,04	1,03	1,08

Как химический анализ, так исследование содержания аминокислот в мышечной ткани бройлеров, полученных при различных режимах инкубации и содержащихся в различных температурных режимах в процессе выращивания, не выявили существенных отличий. Учитывая, что мясная продуктивность и качество мяса бройлеров, содержащихся в малых фермерских и приусадебных хозяйствах, являются важными показателями, отсутствие значительных отличий является положительным фактором.

Таблица 30

Содержание аминокислот в мышцах бройлеров, г в 100 г продукта.

Показатель	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
Заменимые аминокислоты	11,226	11,698	11,687	11,559
в том числе:				
аланин	1,067	1,122	1,14	1,070
цистин	0,198	0,210	0,213	0,201
гистидин	0,691	0,886	0,898	0,903
аргинин	1,321	1,355	1,313	1,3225
аспарагиновая кислота	1,758	1,816	1,825	1,823
тирозин	0,601	0,665	0,627	0,646
серин	0,709	0,738	0,744	0,734
глутаминовая кислота	2,913	3,026	3,033	2,968
пролин	1,070	1,007	1,012	1,042
глицин	0,897	0,871	0,88	0,846
Незаменимые аминокислоты	6,745	6,84	6,826	6,748
в том числе:				
лизин	1,584	1,618	1,571	1,615
валин	0,869	0,851	0,844	0,847
метионин	0,602	0,62	0,622	0,621
изолейцин	0,759	0,765	0,751	0,756
лейцин	1,44	1,453	1,462	1,467
треонин	0,855	0,889	0,865	0,859
фенилаланин	0,729	0,736	0,710	0,734
Общее количество аминокислот	18,701	19,018	18,513	18,874

С точки зрения потребителя мясной продукции наиболее важным критерием оценки являются вкусовые качества. Для сравнения вкусовых качеств было проведено органолептическое исследование, результаты которого представлены в таблице 31.

Таблица 31

Результаты сравнительного органолептического исследования мясной продукции

Показатель	Балл по 5 балльной шкале			
	Контрольная	Опытная 1	Опытная 2	Опытная 3
вкус	4	4	3	4
сочность	4	5	3	4
жирность	3	4	2	3
жесткость	3	3	3	3
общее восприятие	3	4	2	4
средний балл	3,4	4	2,6	3,6

Наиболее сильные отличия во вкусовых качествах мяса бройлеров, полу-

ченных в результате исследования, отмечаются в группе опытная 2, что подтверждает высокие требования современных высокопродуктивных мясных кроссов к условиям содержания, однако, результат применения разработанного режима инкубации яиц позволяет получать более жизнеспособный молодняк, содержание которого даже при отклонениях от рекомендованного температурного режима содержания, позволяет получать продукцию удовлетворительного качества.

Выводы

1. В результате исследований установлено, что по зоотехническим показателям, результаты естественного насиживания яиц родительского стада кур кросса Кобб 500 удовлетворяют минимальным требованиям производителя к результатам инкубации яиц для данного кросса при рекомендованном режиме инкубации и соответственно составили:

- по показателю снижения массы яиц за период инкубации – $12,1 \pm 0,20$;
- по выводимости яиц – не ниже нормируемой для кур кросса Кобб 500, равной 94,5 %;
- по массе суточных цыплят – $46,9 \pm 0,78$ г;
- по массе цыплят в зависимости от начальной массы яиц – $71,2 \pm 0,34$ %;
- по качеству молодняка – 9,8 баллов;
- по контролю набора массы цыплятами на 20-й и 40-й день в постэмбриональный период – $771 \pm 12,9$ г и $2471 \pm 40,1$ г.

Следовательно, параметры естественного насиживания яиц могут быть использованы для разработки температурного режима искусственной инкубации.

2. Разработана методика инструментального мониторинга температурного режима естественного насиживания яиц в лабораторных условиях, включающая в себя требования к условиям содержания, оснащению лаборатории, качественным и количественным параметрам измерений, и обеспечивающая непрерывное получение следующих данных с погрешностью (частотой) измерений: температуры скорлупы яйца и тела наседки – менее $0,1$ °C (1 Гц), температуры окружающей среды – менее $1,0$ °C (1/60 Гц), относительной влажности – менее 1,0 % (1/60 Гц),

частоты сердечных сокращений – менее 1/60 Гц (1 Гц), двигательной активности эмбриона – (1 Гц), видеофиксации – (10 кадр./с). Представлены решения по схемотехнике и элементной базе приборов контроля частоты сердечных сокращений и двигательной активности эмбриона.

3. В результате инструментальных исследований естественного насиживания получены данные о сердечном ритме эмбриона и установлено, что интенсивность двигательной активности эмбриона в яйце под наседкой выше, чем в инкубаторе, а также определен диапазон допустимых параметров искусственной инкубации:

- средняя температура скорлупы яиц в процессе насиживания – 27,5-38,2 °С;
- кратность охладений – 0,9-5,3 ч⁻¹;
- длительность охладений – 42–300 с.

Разработан способ инкубации яиц птиц, имитирующий параметры естественного насиживания и отличающийся тем, что инкубируемое яйцо в течение определенного времени охлаждают воздушным потоком с температурой от 18 до 25 °С при каждом включении механизма поворота лотков инкубатора.

4. В результате регрессионного анализа изменений температурного режима яиц в процессе естественного насиживания установлено, что температура инкубации зависит от кратности и длительности охладений. Разработан алгоритм и прикладная программа расчета температуры в инкубаторе в зависимости от варьирования следующих параметров в интервале соответственно: длительности охладения – от 10 до 120 с; количества охладений в сутки – от 1 до 95 сут.⁻¹; температуры инкубации при термостабильном режиме – от 37,5 до 38 °С. С целью реализации предложенного режима инкубации в условиях фермерских хозяйств разработана конструктивно-технологическая схема инкубатора с функцией охлаждения яиц, позволяющая синхронизировать включение вентиляторов охлаждения с включением механизма поворота лотков и регулировать продолжительность их работы и снабженная датчиком температуры, отключающим вентиляторы охлаждения при понижении температуры ниже установленного пользователем значения.

5. Оценка выводимости яиц и продуктивных качеств полученного молодняка показала преимущества температурного режима инкубации яиц, основанного на параметрах естественного насиживания, в условиях малых фермерских хозяйств. В результате получены показатели, сопоставимые с результатами выращивания поголовья в рекомендованных производителем условиях: выводимость яиц составила 84,3 % и 92,1 % для контроля и опыта соответственно; масса суточного молодняка в опытной партии выше на 0,8 г ; оценка качества молодняка Pasgar@score в опытной группе выше на 0,8 балла; выход качественного молодняка в опытной группе выше на 10 %, чем в контрольной. Сохранность молодняка за период выращивания составила 98 % и 96 % для опытной 1 и контрольной групп соответственно, в рекомендованных условиях содержания, и 93 % и 90 % для опытной 3 и опытной 2 групп соответственно, в ухудшенных условиях содержания. Показатель набора массы в рекомендованных условиях в опытной 1 группе выше на 4,5 %, чем в контроле, в ухудшенных условиях показатель набора массы в опытной 3 группе выше на 11,5 %, чем в опытной 2.

3. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ИНКУБАЦИИ И ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

3.1 Программа и методика производственных испытаний

Производственные испытания проводили на базе ООО «Задонская инкубаторная станция» на инкубационном яйце родительского стада кур кросса Кобб 500 (Прил. И). Исследование длилось 65 дней.

Инкубационное яйцо в количестве 2000 шт. было получено от ответственного производителя, транспортировка до места исследования осуществлялась автомобильным транспортом, длительность хранения яиц составила не более 5 суток.

Инкубационные яйца были заложены одновременно в два инкубатора Рэмил-1000 по 1000 шт. в каждый. Один из инкубаторов был оснащен блоком управления охлаждениями. Параметры инкубации для инкубаторов представлены в таблице 32.

Таблица 32

Параметры инкубации яиц при проведении производственных испытаний

Партия	Температура	Относительная влажность	Количество поворотов, сут. ⁻¹	Количество охлаждений, сут. ⁻¹
Контроль	37,8±0,1	60±5%	24	0
Опыт	38±0,1	60±5%	48	48

После вывода цыплята доращивались до товарной массы. Кормление осуществлялось согласно рекомендации производителя кросса, доступ к корму и воде обеспечивался круглосуточно.

Контроль состояния птицы осуществлялся ежедневно.

3.2 Результаты производственных испытаний

Основные результаты производственных испытаний представлены в таблице 33.

Результаты производственных испытаний

Показатели	Опыт	Контроль
Количество яиц, шт.	1000	1000
Неоплодотворенных, шт.	63	57
Оплодотворенность, %	93,7	94,3
Вывелось цыплят, шт.	875	824
Выводимость яиц (от оплода), %	93,3	87,3
Балл Pasgar@Score	9,3	8,9
Качественного молодняка, шт.	813	733
Кол-во поголовья к убою, шт.	797	696
Затрачено корма суммарно, кг.	4348	3560
Длительность выращивания, сут.	45	45
Получено товарной продукции, кг	2500,8	2027,3
Себестоимость 1 кг, руб.	106,05	110,83
Накладные расходы от основных, %	14,5	14,5
Цена реализации 1 кг, руб.	125,00	125,00
Стоимость полнорационного корма, руб./кг	40,00	40,00
Продолжительность дневной смены, час.	8	8
Заработная плата руб./ час	100	100
Рабочих дней в году (с учетом технологических перерывов)*	302	302

* С учетом методических рекомендаций по технологическому проектированию птицеводческих предприятий (РД – АПК 1.10.05.04 – 13 (2013 г.)) [62]

Количество оплодотворенных яиц в обеих партиях, участвовавших в производственных испытаниях, находится в допустимых пределах и отличается незначительно. Показатель выводимости яиц выше в опытной партии на 6 %, что является следствием, как положительного влияния краткосрочных охлаждений на выводимость яиц в опытной партии, так и негативным влиянием термостабильного режима на показатель выводимости яиц в контроле. Эти же факторы объясняют относительное снижение качества молодняка в контрольной группе.

В процессе последующего доращивания отмечено повышение показателей продуктивности молодняка в опытной партии по сохранности молодняка, который составил 95 % и 98 % для контрольной и опытной групп соответственно.

Вместе с тем, отмечается рост абсолютного значения потребления корма в опытной группе.

По итогам цикла выращивания молодняка в рамках производственных испытаний себестоимость килограмма продукции была определена хозяйством в 110,83 рублей за килограмм для контрольной группы, полученной по традиционной для данного хозяйства технологии. Проведенные производственные испытания позволили получить данные для расчета экономической эффективности предлагаемого режима инкубации.

3.3 Экономическая эффективность использования разработанного температурного режима инкубации яиц

Оценка экономической эффективности применения разработанного режима искусственной инкубации яиц проводилась на основании результатов производственных испытаний.

Объектом для сравнения предлагаемого режима является термостабильный режим инкубации, используемый при многостадийной искусственной инкубации яиц кур.

Эффективность использования предлагаемого режима обеспечивается следующими факторами:

- повышением результатов инкубации и качества молодняка за счет снижения негативного воздействия многостадийного режима на эмбриогенез;
- повышением выхода мяса бройлеров в условиях малых фермерских и приусадебных хозяйств за счет повышения постэмбриональной жизнестойкости получаемого при предлагаемом режиме молодняка.

Стоимость внедрения предлагаемого режима зависит от модели уже используемого в хозяйстве инкубатора. В настоящем исследовании стоимость блока управления краткосрочными охлаждениями с установкой на инкубатор Рэмил-1000 НПП «Рэмил» составила 13000 рублей.

Расчет экономической эффективности проведен на одной полной закладке инкубатора, а именно на 1000 инкубационных яиц.

Расчет экономической эффективности осуществлен с использованием компьютерной программы «Excel 2016», а все необходимые формулы для определе-

ния экономической эффективности взяты из литературных источников.

Расчет экономической эффективности проведен на основании данных представленных в таблице 33.

Расчет размера капитальных вложений, необходимых для реализации предложенного технического решения, представлен в таблице 34.

Таблица 34

Размер капитальных вложений

Оборудование	Опыт	Контроль
Стоимость блока обеспечения краткосрочных охлаждений, руб.	13000	
Норма отчислений на ТО и ремонт, %	18,0	18,0
Норма амортизационных отчислений, %	17,5	17,5
Срок службы блока управления охлаждениями, лет*	5,7	5,7

* Ограничен ресурсом примененного электромагнитного реле

Расчет валового показателя производства $Q_{\text{год}}$ в год был произведен по формуле:

$$Q_{\text{год}} = \frac{Q_{\text{цикл}}}{T_{\text{цикл}}} \cdot 302 \quad (17)$$

где $Q_{\text{цикл}}$ – валовой продукт одного цикла выращивания

$T_{\text{цикл}}$ – продолжительность одного цикла выращивания

Предложенная проектная разработка затрагивает несколько элементов затрат по технологическому циклу работ (таблица 35).

Среднее потребление кормов в день для каждой группы рассчитано по формуле:

$$M_{\text{ср}} = \frac{M_{\text{общ}}}{M_{\text{цикл}}} \quad (18)$$

где $M_{\text{общ}}$ – общая масса затраченного корма за продолжительность цикла выращивания $T_{\text{цикл}}$.

Эксплуатационные издержки, руб.

Показатели	Опыт	Контроль
Оплата труда с начислениями, руб.	241600,00	241600,00
Затраты на ТО и ремонт, руб.	2340,00	0,00
Амортизация капитальных вложений, руб.	2275,00	0,00
Прочие прямые затраты	140896,59	119728,80
Кол-во кормов, кг	29184,15	23892,20
Стоимость кормов, руб.	1167365,88	955688,03
ИТОГО прямых затрат, руб.	1554477,47	1317016,83
Накладные расходы, руб.	225399,23	190967,44
ВСЕГО затрат, руб.	1779876,70	1507984,27

По проекту наблюдается увеличение эксплуатационных издержек на сумму 271,892 тыс. руб.

Годовой экономический эффект использования экспериментального оборудования от использования предлагаемого инкубационного режима определится по формуле

$$\mathcal{E}_H = [W_2 - (E_y + Y_H \cdot C_{по})] - [W_1 - (E_6 + Y_H \cdot C_{6о})] \quad (18)$$

где W_1 и W_2 – стоимость мяса по сравниваемым вариантам, руб.:

$$W_1 = Q_6 \cdot C_M \quad (19)$$

$$W_2 = Q_3 \cdot C_M \quad (20)$$

где Q_6 и Q_3 - годовой выход товарной продукции, полученной при традиционном и предлагаемом режимах инкубации;

C_M – цена 1 кг мяса, руб.;

E_6 и E_y – годовые эксплуатационные затраты при традиционном и предлагаемом режимах инкубации, руб.;

Y_H – нормативный коэффициент эффективности.

В таблице 36 выполнен расчет себестоимости мяса, а также проведена оцен-

ка годового инвестиционного эффекта от реализации проекта мероприятий.

Таблица 36

Себестоимость продукции и инвестиционный эффект за год

Показатели	Опыт	Контроль
Валовое производство продукции в год, кг	16783,69	13605,93
Производственные затраты – всего, руб.	1779876,70	1507984,27
из них:		
на корма, руб.	1167365,88	955688,03
Зарплата, руб.	241600,00	241600,00
Оборудование, руб.	4615,00	0,00
Себестоимость 1 кг продукции, руб.	106,05	110,83
Реализовано продукции на сумму, руб.	2097961,79	1700741,29
Прибыль, руб.	318085,09	192757,02
Средний размер налогов (24%), руб.	76 340,42	46 261,68
Чистая прибыль (после уплаты налогов), руб.	241 744,67	146 495,33
Дополнительная чистая прибыль, руб.	90 634,33	0,00
Инвестиционный эффект за год, руб.	90 634,33	0,00

По расчетам себестоимость мяса снизилась (со 110,83 до 106,05 руб./кг).
Инвестиционный эффект за год составит 90,634 тыс. руб.

Показатели эффективности проекта представлены в таблице 37.

Таблица 37

Показатели эффективности проекта

Показатели	Опыт	Контроль
Период реализации проекта, лет	5,7	-
Инвестиционные вложения, тыс. руб.:	26,306	-
в том числе: капитальные вложения	13,0	-
Объем одной закладки яиц, шт.	1000	1000
Продуктивность, кг/год	16784	13606
Себестоимость 1 кг продукции, руб.	106,05	110,83
Инвестиционный эффект за год, тыс. руб.	90,63	-
Эффект за срок эксплуатации, тыс. руб.	516,62	-
Коэффициент эффективности вложений	19,64	-
Срок окупаемости, лет	0,29	-

Выводы

1. Результаты производственных испытаний свидетельствуют о том, что разработанный режим инкубации позволяет повысить показатели выводимости яиц и качества молодняка высокопродуктивного кросса в условиях малых фермерских и приусадебных хозяйств.

2. Установлено, что выводимость яиц при использовании разработанного режима инкубации относительно термостабильного многостадийного режима повысилась на 6 %.

3. Установлено, что применение разработанного режима инкубации яиц позволяет получать молодняк менее требовательный к условиям содержания в период доращивания.

4. Расчетный годовой экономический эффект за счет внедрения разработанного режима инкубации в фермерском хозяйстве с инкубатором на 1000 яиц составит 90,63 тыс. руб. при сроке окупаемости 0,29 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате исследований установлено, что по зоотехническим показателям результаты естественного насиживания яиц кур родительского стада кур кросса Кобб 500 удовлетворяют минимальным требованиям производителя к результатам инкубации данного кросса при рекомендованном режиме инкубации яиц и соответственно составили:

- по показателю снижения массы яиц за период инкубации – $12,1 \pm 0,20$;
- по выводимости яиц – не ниже нормируемой для кур кросса Кобб 500, равной 94,5 %;
- по массе суточного цыпленка – $46,9 \pm 0,78$ г;
- по массе цыплят в зависимости от начальной массы яиц – $71,2 \pm 0,34$ %;
- по качеству молодняка – 9,8 баллов;
- по контролю набора массы цыплятами на 20-й и 40-й день в постэмбриональный период – $771 \pm 12,9$ г и $2471 \pm 40,1$ г.

Следовательно, параметры естественного насиживания яиц могут быть использованы для разработки температурного режима искусственной инкубации.

2. Разработана методика инструментального мониторинга температурного режима естественного насиживания яиц в лабораторных условиях, включающая в себя требования к условиям содержания, оснащению лаборатории, качественным и количественным параметрам измерений и обеспечивающая непрерывное получение следующих данных с погрешностью (частотой) измерений: температуры скорлупы яйца и тела наседки – менее $0,1$ °C (1 Гц), температуры окружающей среды – менее $1,0$ °C (1/60 Гц), относительной влажности – менее 1,0 % (1/60 Гц), частоты сердечных сокращений – менее 1/60 Гц (1 Гц), двигательной активности эмбриона – (1 Гц), видеофиксации – (10 кадр./с). Представлены решения по схемотехнике и элементной базе приборов контроля частоты сердечных сокращений и двигательной активности эмбриона.

3. В результате инструментальных исследований естественного насиживания яиц получены данные о сердечном ритме эмбриона и установлено, что интен-

сивность двигательной активности эмбриона в яйце под наседкой выше, чем в инкубаторе, а также определен диапазон допустимых параметров искусственной инкубации:

- средняя температура скорлупы яиц в процессе насиживания – 27,5-38,2 °С;
- кратность охладений – 0,9-5,3 ч⁻¹;
- длительность охладений – 42–300 с.

Разработан способ инкубации яиц птицы, имитирующий параметры естественного насиживания и отличающийся тем, что инкубируемое яйцо в течение определенного времени охлаждают воздушным потоком с температурой от 18 до 25 °С при каждом включении механизма поворота лотков инкубатора.

4. В результате регрессионного анализа изменений температурного режима яиц в процессе естественного насиживания установлено, что температура инкубации яиц зависит от кратности и длительности охладений. Разработан алгоритм и прикладная программа расчета температуры в инкубаторе в зависимости от варьирования следующих параметров в интервале соответственно: длительности охладения – от 10 до 120 с; количества охладений в сутки – от 1 до 95 сут.⁻¹; температуры инкубации при термостабильном режиме – от 37,5 до 38 °С. С целью реализации предложенного режима инкубации в условиях фермерских хозяйств разработана конструктивно-технологическая схема инкубатора с функцией охлаждения яиц, позволяющая синхронизировать включение вентиляторов охлаждения с включением механизма поворота лотков и регулировать продолжительность их работы и снабженная датчиком температуры, отключающим вентиляторы охлаждения при понижении температуры ниже установленного пользователем значения.

5. Оценка выводимости яиц и продуктивных качеств полученного молодняка показала преимущества температурного режима инкубации яиц, основанного на параметрах естественного насиживания, в условиях малых фермерских хозяйств. В результате получены показатели, сопоставимые с результатами выращивания поголовья в рекомендованных производителем условиях: выводимость яиц составила 84,3 % и 92,1 % для контроля и опыта соответственно; масса суточ-

ного молодняка в опытной партии выше на 0,8 г; оценка качества молодняка Pasgar@score в опытной группе выше на 0,8 балла; выход качественного молодняка в опытной группе выше на 10 % чем в контрольной. Сохранность молодняка за период выращивания составила 98 % и 96 % для опытной 1 и контрольной групп соответственно в рекомендованных условиях содержания и 93 % и 90 % для опытной 3 и опытной 2 групп соответственно в ухудшенных условиях содержания. Показатель набора массы в рекомендованных условиях в опытной 1 группе выше на 4,5 %, чем в контроле, в ухудшенных условиях показатель набора массы в опытной 3 группе выше на 11,5 %, чем в опытной 2.

6. Результаты производственных испытаний свидетельствуют о том, что разработанный режим инкубации позволяет повысить показатель выводимости яиц на 6 % и получить молодняк менее требовательный к условиям содержания в период дорастивания в условиях малых фермерских и приусадебных хозяйств. Расчетный годовой экономический эффект за счет внедрения разработанного режима инкубации в фермерском хозяйстве с инкубатором на 1000 яиц составит 90,63 тыс. руб. при сроке окупаемости 0,29 года.

Рекомендации производству:

Применение температурного режима искусственной инкубации яиц, основанного на параметрах естественного насиживания и предполагающего периодические краткосрочные охлаждения яиц в процессе инкубации, позволяет повысить выводимость яиц, качество молодняка, а также получать молодняк, более приспособленный к условиям содержания в крестьянско-фермерских хозяйствах, применяющих многостадийную инкубацию.

Перспективы дальнейшей разработки темы:

В дальнейшей перспективе научных исследований необходимо продолжить работу в направлении изучения двигательной активности эмбриона в зависимости от условий инкубации яиц с целью повышения показателей мясной продуктивности и устойчивости молодняка за счет активизации природных механизмов формирования мышечной системы эмбриона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абозин, И.И. Птичий двор в русских хозяйствах: монография / И.И. Абозин. – СПб., 1895. – 120 с.
2. Аврутина, А. Я. Запечатлевание температурных воздействий в эмбриогенезе гипотоламо-гипофиз-адреналовой системой домашних кур / А.Я. Аврутина, С.М. Кислюк // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 1980. - № 6. – С. 568-573.
3. Адаптационные реакции и уровни реактивности как эффективные диагностические показатели донозологических состояний / Л.Х. Гаркави, Г.Н. Толмачев, Н.Ю. Михайлов [и др.] // Вестник Южного научного центра РАН. – 2007. - № 3. – С. 61-66.
4. Аксененко, М.Д. Приемники оптического излучения: Справочник / М.Д. Аксененко, М.Л. Бараночников. – Москва: «Радио и связь», 1987. - 295 с.
5. Андреев, А. В. Экспериментальное изучение энергетических параметров процесса инкубации у некоторых арктических птиц / А.В. Андреев // Доклады АН СССР. - 1986. - Т. 278. - № 5. - С. 1269-1273.
6. Артемов, Д.В. Влияние термоконтрастных режимов инкубации яиц на эмбриональное развитие и продуктивность птицы / Д.В. Артемов // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2014. - № 1. - С. 5-20.
7. Бессарабов, Б.Ф. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: учебное пособие / Б.Ф. Бессарабов, А.А. Крыканов, А.Л. Киселев. – СПб.: Лань, 2015. – 160 с.
8. Бессарабов, В.Ф. Инкубация с основами эмбриологии: монография / В.Ф. Бессарабов. – М.: КолосС, 2006. – 240 с.
9. Биологический контроль при инкубации яиц сельскохозяйственной птицы / Л.Ф. Дядичкина, Н.С. Позднякова, Т.А. Мелехина [и др]. – Сергиев Посад: Вниитип, 2014. - 171 с.
10. Болотников, А.М. Типы насиживания в период яйцекладки у птиц и одновременность вылупления птенцов / А.М. Болотников, А.И. Шураков, Ю.Н. Ка-

менский // Сборник статей по орнитологии. – Пермь, 1974. – С. 41-45.

11. Болотников, А.М. Влияние периодических охлаждений на интерьерные признаки птичьего эмбриона / А.М. Болотников, А.И. Шураков // Сб. статей по птицеводству и орнитологии. – Пермь, 1988. – С. 27–32.

12. Болотников, А.М. К изучению насиживания у птиц / А.М. Болотников, А.М. Шураков // Материалы 4-й научной конференции зоологов педагогических институтов. – Горький, 1970. - С. 331-333.

13. Болотников, А.М. Циклы яйцекладки, плодовитости и выживаемости птенцов у грача / А.М. Болотников, Т.И. Соколова, С.П. Чашин // Сборник статей по орнитологии. Уч. записки ПГПИ. - Пермь. - 1973. - № 113. - С. 39-42.

14. Болотников, А.М. Экология раннего онтогенеза птиц / А.М. Болотников, А.И. Шураков, Ю.Н. Каменский, Л.Н. Добринский // УНЦ АН СССР. – Свердловск. - 1985. - С. 1-228.

15. Болотников, А.М. Экология инкубации и эмбрионального развития птиц: монография / А.М. Болотников. - Казань: АДЦ, 1972. - 38 с.

16. Борисов, В.В. К инструментальным методам исследования гнездовой жизни птиц / В.В. Борисов, С.В. Тарасенко, В.К. Гусев // Экология и поведение птиц. – М., 1988. - С. 190-195.

17. Борисов, В.В. Методика изучения насиживания и инкубации у птиц при помощи инструментальных методов : учебное пособие / В.В. Борисов. – Псков: Псковский государственный педагогический университет им. С.М. Кирова, 2006. – 52 с.

18. Борисов, В.В. Температура насиживания в гнезде сизой чайки / В.В. Борисов // Гнездовая жизнь птиц. – Пермь, 1989. - С. 38-48.

19. Буртов, Ю.З. Инкубация яиц / Ю.З. Буртов, Ю.С. Голдин, И.П. Кривопишин. – М.: Агропромиздат, 1990. - 238 с.

20. Бурьян, М. Каждый новый кросс – это изменение в технологии инкубации / М. Бурьян // Птицеводство. – 2005. – № 4. – С. 37–38.

21. Бурьян, М. Одноступенчатая инкубация – естественный выбор / М. Бурьян // Птицеводство. – 2005. – № 5. – С. 10–12.

22. Буяров, А.В. Резервы повышения эффективности производства мяса брой-

леров / А.В. Буяров, В.С. Буяров // Вестник Орловского государственного аграрного университета. - 2016. - № 6 (63). - С. 80-92.

23. Буяров, В.С. Эффективность современных энергоресурсосберегающих технологий производства мяса бройлеров / В.С. Буяров, С.Ю. Головина, А.В. Буяров // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2019. - № 2 (27). - С. 86-98.

24. Буяров, В.С. Ресурсосберегающие технологии как основа импортозамещения в животноводстве и птицеводстве / В.С. Буяров, А. . Буяров, О.Н. Сахно // Вестник Орловского государственного аграрного университета. - 2016. - № 2 (59). - С. 21-32.

25. Быховец, А.У. Периодические охлаждения яиц при инкубации и повышение жизнеспособности птицы / А.У. Быховец // Труды XIII Всемирного конгресса по птицеводству. - Киев, 1966. – С. 505-510.

26. Вадзинский, Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя / Р. Вадзинский. – СПб.: Питер, 2008. – 608 с.

27. Винтер, С. В. Гнездование ширококлювой мухоловки в южном приморье / С.В. Винтер // Орнитология. – 1977. - № 13. - С. 74-79.

28. Влияние краткосрочных охлаждений яйца в процессе инкубации на динамику изменений температуры эмбриона птиц / Е.А. Андрианов, А.Н. Судаков, Н.Я. Скользнев, П.И. Дудин // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2019. – № 1. – С. 106-114.

29. Влияние освещения на время яйцекладки и качество куриных яиц / А.Ш. Кавтарашвили, В.И. Фисинин, В.С. Буяров, Т.Н. Колокольникова // Сельскохозяйственная биология. - 2019. - Т. 54. - № 6. - С. 1095-1109.

30. Гветадзе, С.В. Имитирующие элементы и управляющие устройства для обеспечения нестационарных температурных режимов инкубации: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.05 / Гветадзе Светлана Варденовна. – Новочеркасск, 2010. – 203 с.

31. Главатских, О.В. Влияние отклонений температурно-влажностного режима инкубации на развитие цыплят в постэмбриональный период: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10 / Главатских Ольга Вениаминовна. - Сергиев Посад, 2005. – 121 с.

32. Данилов, Н.Н. Пути приспособления наземных позвоночных животных к условиям существования в Субарктике / Н.Н. Данилов // Труды института биологии УФАН АН СССР. - Свердловск, 1966. - Т. 2. - № 56. - 148с.
33. Дольник, В.Р. Экспериментальное изучение насиживания у некоторых птиц / В.Р. Дольник // Орнитология. - 1962. - № 5. - С. 404-409.
34. Дядичкина, Л.Ф. Диагностика причин эмбриональной смертности сельскохозяйственной птицы / Л.Ф. Дядичкина. - Сергиев Посад, 2016. – 175 с.
35. Дядичкина, Л.Ф. Инкубация – главное звено в цепи воспроизводства птицы / Л.Ф. Дядичкина // Птицеводство. – 2010. – № 1. – С. 21–23.
36. Дядичкина, Л.Ф. Хранение инкубационных яиц - необходимая составляющая технологии воспроизводства птицы / Л.Ф. Дядичкина, Н.С. Позднякова // Птицеводство. - 2015. - № 6. - С. 11-18.
37. Дядичкина, Л.Ф. Эмбриональное развитие кур при гипотермиях: автореф. ... канд. с.-х. наук: 06.02.10 / Дядичкина Людмила Федоровна. – Загорск, 1985. – 25 с.
38. Залетаева, Т.А. Влияние режима переменных температур при инкубации на эмбриональное и постэмбриональное развитие кур / Т.А. Залетаева // Тез. докл. научн. конф. аспирантов ВНИТИП. - Загорск, 1958. - № 1. – С. 98.
39. Зацепина, Р.А. Изучение термики насиживания с применением прибора с дистанционной автоматической записью / Р.А. Зацепина // Природные ресурсы Волго-Камского края. – 1976. - № 4. - С. 66-71.
40. Иванов, Ю.Г. Совершенствование технологических процессов и технических средств на основе индивидуального контроля параметров животных на фермах / Ю.Г. Иванов, Д.А. Понизовкин, А.П. Акимов // Агроинженерия. – 2018. - № 5 (87). – С. 25-30.
41. Иванов, Ю.Г. Механизация и автоматизация животноводства: курсовое проектирование: учебное пособие / Ю. Г. Иванов, В. И. Стяжкин, Е. В. Машошина. - URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/501.pdf> (дата обращения: 15.01.2020). – Текст : электронный.
42. Ильичев, В.Д. Общая орнитология : учебник для студ. биол. спец. ун-тов

/ В.Д. Ильичев, Н.Н. Карташев, И.И. Шилов. – М.: Высшая школа, 1982. - 464 с.

43. Инструкция к инкубаторам Несушка: [сайт]. - URL: <https://dom-161.ru/index.php/informatsiya/instruktsii-k-inkubatoram/13-instruktsii-k-inkubatoram/62-instruktsiya-k-inkubatoram-nesushka> (дата обращения: 22.01.2020). – Текст : электронный.

44. Инструкция по эксплуатации Инкубатор автоматический бытовой «Норма 120» С-8: [сайт]. - URL: <https://mirinkub.ru/files/manual-norma-120-s8.pdf> (дата обращения: 22.01.2020). – Текст : электронный.

45. Инструкция по эксплуатации инкубатора Brinsea Ova-Easy Advance : [сайт]. – URL: https://www.brinsea.com/manuals/OvaEasy_190_380_580_Advance_Series_2_US.pdf (дата обращения: 22.01.2020). – Текст : электронный.

46. Инструкция по эксплуатации инкубатора R-com 50 pro: [сайт]. – URL: https://bigfarmer.ru/upload/iblock/8d7/22cb5cb7-4eab-11df-94f6-0016177830bf_a954d12c-c0a5-11e8-8ed6-001e67a4f6ad.pdf (дата обращения: 22.01.2020). – Текст : электронный.

47. Инструкция по эксплуатации инкубатора бытового «Золушка» и Устройства (70-220/12-автоматический переворот): [сайт]. – URL: <https://inkubator74.ru/upload/zolushka.pdf> (дата обращения: 22.01.2020). – Текст : электронный.

48. Инструкция по эксплуатации монитора сердечного ритма Buddy Digital Egg Monitor : [сайт]. – URL: <https://www.avitronics.co.uk/buddy-action> (дата обращения: 22.01.2020). – Текст : электронный.

49. Инструкция по эксплуатации операционного усилителя MCP601/1R/2/3/4 : [сайт]. – URL: <https://www.rlocman.ru/datasheet/pdf.html?di=121063&p=1> (дата обращения: 22.01.2020). – Текст : электронный.

50. Ковинько, Д.А. Кратность поворотов яиц и выводимость утят / Д.А. Ковинько, И.Н. Бакаев // Птицеводство. – 1965. - № 5. - С. 41-42.

51. Кондратьев, А. Я. Биология куликов в тундрах Северо-Востока Азии / А.Я. Кондратьев. – М.: Наука, 1982. – 192 с.

52. Королев, В.К. Самописец для регистрации температуры и влажности в гнез-

дах птиц / В.К. Королев, А.М. Болотников // Сборник статей по птицеводству и орнитологии. - Пермь, 1969. - С. 39-42.

53. Кречмар, А.В. Прибор для экологических исследований гнездования птиц / А.В. Кречмар // Зоологический журнал. – 1974. - № 9. - С. 926-932.

54. Кречмар, А.В. Усовершенствованный фотоавтомат для изучения экологии инкубации открытогнездящихся птиц субарктики / А.В. Кречмар // Экспериментальные методы в изучении северных птиц и результаты их применения. - Владивосток, 1986. - С. 29-33.

55. Кречмар, А.В. Автоматическая фотосъемка в экологических исследованиях / А.В. Кречмар. – М.: Наука, 1978. - 110 с.

56. Кулишова, В.А. Математическое моделирование нестационарных режимов инкубации агропромышленного комплекса страны / В.А. Кулишова, В.И. Лачин, С.В. Гветадзе. – URL: http://ea.donntu.org:8080/bitstream/123456789/32064/1/Кулишова%20В.А.Ю%20Гветадзе%20С.В._математическое%20моделирование.pdf (дата обращения: 25.06.2019). – Текст : электронный.

57. Кучерова, Ф.Н. Охлаждение яиц кур (в период инкубации) на разных этапах эмбриогенеза как средство стимуляции роста и развития молодняка / Ф.Н. Кучерова // 2-я межвузовская научн.-отч. конф. – Л., 1963. – С. 85.

58. Лисицкий, Е.Ф. Изучение колебаний температуры при инкубации как фактора, повышающего выводимость гусят / Е.Ф. Лисицкий, А.У. Быховец, Г.С. Крок // Тр. Украинской науч.-исслед. станции птицеводства. – Харьков, 1954. – № 4. – С. 136–150.

59. Литвинов, Н.А. Плотность насиживания как регулятор температуры инкубации и дружности вылупления птенцов / Н.А. Литвинов // Гнездовая жизнь птиц. – Пермь, 1980. – С. 27-29.

60. Литвинов, Н.А. Температура инкубации и ее регуляция у некоторых видов домашних и диких птиц / Н.А. Литвинов // Гнездовая жизнь птиц. – Пермь, 1989. - С. 31-38.

61. Лукашенко, В.С. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / В.С. Лукашенко, А.Ш. Кавтарашвили, И.П. Салеева и др. //

ФГБНУ «ВНИТИП». – Сергиев-Посад, 2015. – 102 с.

62. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Роцин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

63. Мельников, Ю.И. Асинхронность вылупления птенцов в колонии речной и белокрылой крачек / Ю.И. Мельников // Тезисы докладов VII Всесоюзной орнитологической конференции. – Киев, 1977. - № 1. - С. 277-278.

64. Методические рекомендации по гематологическим и биохимическим исследованиям у кур современных кроссов / И.В. Насонов, Н.В. Буйко, Р.П. Лизун и др. // РУП «Институт экспериментальной ветеринарии имени С. Н. Вышелесского национальной академии наук Беларуси». – Минск, 2014. – 32 с.

65. Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий РД-АПК 1.10.05.04-13 / П.Н. Виноградов, С.С. Шевченко, М.Ф. Мальгин и др. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200109703> (дата обращения: 22.01.2020). – Текст : электронный.

66. Михеев, А.В. Белая куропатка: монография / А.В. Михеев. – М.: ЦБТИ МЭП, 1948. - 180 с.

67. Мониторинг частоты сердечных сокращений эмбриона птиц при естественном насиживании / Е.А. Андрианов, А.Н. Судаков, Н.Я. Скользнев, П.И. Дудин, О.А. Липа // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2019. – № 7. – С. 26-34.

68. Мошкевич, В.С. Фотоплетизмография (аппаратура и методы исследования): монография / В.С. Мошкевич. – М.: «Медицина», 1970. - 207 с.

69. Никольская, В.И. Морфологические и гистохимические особенности крови и костного мозга куриного эмбриона при различных температурных режимах инкубации: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.00 / Никольская Валентина Ивановна. - Пермь, 1970. - 19 с.

70. Оптический метод регистрации двигательной активности эмбриона птиц / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, А.Н. Судаков, Н.Я. Скользнев // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(59). - С. 79-85.

71. Особенности разработки и эксплуатации устройств оптической регистрации

сердечного ритма эмбриона птиц / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, А.Н. Судаков, О.А. Липа // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 12. – № 2 (61). – С. 109-119.

72. Отрыганьев, Г.К. Технология инкубации: монография / Г.К. Отрыганьев, А.Ф. Отрыганьева. – М.: Росагропромиздат, 1989. - 189 с.

73. Патент № 1597173 SU, А61В 5/00. Способ Налбандяна-Казаряна исследования сократительной функции сердца эмбрионов птиц и рептилий ранних сроков развития и устройство для его осуществления: № 4349555: заявл. 27.10.1987: опубл. 07.10.1990 / Налбандян С.Г., Казарян А.В.; заявитель Ереванский государственный медицинский институт. – 3 с.

74. Патент № 2107434, А01К41/00. Способ инкубации яиц сельскохозяйственной птицы и устройство для его осуществления: № 94035822/13: заявл. 27.09.1994: опубл. 27.03.1998 / Фандеев Е. И., Ушаков В.Г., Тришечкин П.Ф., Карчков В.А., Толдин В.П.; заявитель Фандеев Е.И., Ушаков В.Г., Тришечкин П.Ф., Карчков В.А., Толдин В.П. – 5 с.

75. Патент № 2324968 Российская Федерация, МПК G05D 23/00, А 01К 41/02. Устройство для обеспечения термоконтрастного режима в инкубаторе: № 2006125705/28: заявл. 17.07.2006: опубл. 20.05.2008 / Карчков В.А., Фандеев Е.И., Тришечкин П.Ф. [и др.]; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)». - 6 с.

76. Патент № 2490881 Российская Федерация, А01К41/02. Способ инкубации яиц сельскохозяйственной птицы: № 2012113656/13: заявл. 06.04.2012: опубл. 27.08.2013 / Малофеев А.А., Метальникова Д.В., Хохлов Р.Ю.; заявитель ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия». – 4 с.

77. Патент № 2613282 Российская Федерация, МПК А01К 41/02, А01К41/00. Способ инкубации яиц кур мясных и яичных кроссов: № 2015140419: заявл. 22.09.2015: опубл. 15.03.2017 / Дымков А.Б., Колокольникова Т.Н., Мальцев А.Б., заявитель ФГБНУ СибНИИП. – 7 с.

78. Патент № 2634274 Российская Федерация, МПК А 01К 41/00. Способ

контроля развития эмбриона сельскохозяйственной птицы: № 2017103870: заявл. 06.02.2017: опубл. 24.10.2017 / Щербатов В.И., Джамил Х.Т.Д.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина». - 6 с.

79. Патент № 2665117 Российская Федерация, МПК А61В 5/0245, А01К 43/00, А01К 45/00. Способ регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц без разрушения скорлупы и устройство для его осуществления: № 2016115016: заявл. 18.04.2016: опубл. 28.08.2018 / Судаков А.Н., Липа О.А., Махмутов М.М.; заявитель ФГБОУ ВО Российский ГАЗУ. – 2 с.

80. Патент № 2683513 Российская Федерация, МПК А01К41/00. Способ определения температурного режима инкубации яиц сельскохозяйственных и диких птиц: № 2018122742: заявл. 21.06.2018: опубл. 28.03.2019 / Судаков А.Н., Андрианов Е.А., Андрианов А.А. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 2 с.

81. Патент № 2717538 Российская Федерация, МПК А01К 41/00 (2006.01). Способ инкубации яйца сельскохозяйственной птицы: № 2019117982: заявл. 10.06.2019: опубл. 23.03.2020 / Судаков А.Н., Андрианов Е.А., Андрианов А.А. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. – 6 с.

82. Патент № 812252, А01К41/00. Способ стимуляции развития бройлеров: № 2789266: заявл. 07.06.1979: опубл. 15.03.1981 / Аврутина А.Я., Кислюк С.М.; заявитель ВНИИ Разведения и генетики сельскохозяйственных животных. – 3 с.

83. Патент на полезную модель № 172072 Российская Федерация, МПК А61В 5/0245, А01К 43/00, А01К 45/00. Устройство регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц без разрушения скорлупы: № 2016114960: заявл. 18.04.2016: опубл. 28.06.2017 / Судаков А.Н., Липа О.А., Махмутов М.М.; заявитель ФГБОУ ВО Российский ГАЗУ. – 3 с.

84. Патент на полезную модель № 181475 Российская Федерация, МПК А01К 41/00. Лабораторный инкубатор : № 2018108920: заявл. 13.03.2018: опубл. 16.07.2018 / Судаков А.Н., Липа О.А., Скользнев Н.Я., Дудин П.И. [и др.]; заявитель ФБГОУ ВО «ВГУ». – 2 с.

85. Патент на полезную модель № 192870 Российская Федерация, МПК А01К

41/00 (2006.01). Инкубатор с функцией охлаждения яйца: №2019118555: за-явл. 14.06.2019: опубл. 03.10.2019 / Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Судаков А.Н. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. - 4 с.

86. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников // М.: Колос, 1969. – 256 с.

87. Промышленное птицеводство / Ф.Ф. Алексеев, М.А. Асриян, Н.Б. Бельченко [и др.]; Сост. В.И.Фисинин, Г.А.Тардатьян. – М.: Агропром-издат, 1991. – 544 с.

88. Ран, Г. Как дышат яйца птиц / Г. Ран, А. Ар, Ч. Паганелли // Птицы. – М., 1979. - С. 231–242.

89. Рольник, В.В. Биология эмбрионального развития птиц: монография / В.В. Рольник. – М.: Наука, 1968. - 425 с.

90. Романов, А.Л. Птичье яйцо: монография / А.Л. Романов, А.И. Романова. – М.: Птицепромиздат, 1959. – 620 с.

91. Рудь, А.И. Термоконтрастный режим инкубации яиц / А.И. Рудь // Птицеводство. – 2004. – № 4. – С. 21–23.

92. Руководство по содержанию и выращиванию бройлеров «Кобб» : [сайт]. – URL:https://kfhmakosh.ru/sites/default/files/rukovodstvo_kobb500.pdf (дата обращения: 22.01.2020). – Текст : электронный.

93. Руководство по выращиванию бройлеров HUBBARD ISA : [сайт]. – URL:http://webpticeprom.ru/download/handbooks/F_15_Rukovodstvo_po_verashivani_u_roditelskogo_stada.pdf (дата обращения: 22.01.2020). – Текст : электронный.

94. Руководство по настройке инкубационных программ Pas Reform Hatchery Technologies : [сайт]. – URL: <https://www.pasreform.com/ru/knowledge/14/rukovodstvo-po-nastroike-inkubatsionnykh-programm> (дата обращения: 25.06.2019). – Текст : электронный.

95. Русак, С.Н. Компьютерное моделирование процесса нагревания бытового инкубатора / С. Н. Русак // В мире научных открытий. - 2014. - № 6-1 (54). - С. 350-362.

96. Семенов-Тян-Шанский, О.И. Изучение поведения птиц на гнезде с помощью самописцев / О.И. Семенов-Тян-Шанский // Тр. проблемных и тематических со-

вещ. ЗИН. - 1960. - № 9. - С. 279-286.

97. Современные мясные и яичные кроссы кур: зоотехнические и экономические аспекты / В.С. Буяров, И.В. Червонова, А.В. Буяров, Н.А. Алдобаева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2018. - № 2 (57). - С. 88-99.

98. Судаков, А.Н. Универсальный температурный режим инкубации яиц мясных кроссов кур для приусадебного и фермерского птицеводства / А.Н. Судаков, Е.А. Андрианов, Н.Я. Скользнев // Птицеводство. - 2020. - № 7-8. - С. 51-57.

99. Судаков, А.Н. Естественная инкубация яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур / А.Н. Судаков, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов // Аграрный вестник Урала. – 2020. - № 05 (196). - С. 68-79.

100. Судаков, А.Н. Обоснование параметров термоконтрастного режима инкубации яиц сельскохозяйственной птицы и конструктивно-технологическая схема его реализации / А.Н. Судаков, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. - № 2 (65). - С. 65-76.

101. Судаков, А.Н. Мониторинг состояния эмбриона птиц в реальном времени / А.Н. Судаков, Е.А. Андрианов // Биотехнологии и инновации в агробизнесе: материалы международной научно-практической конференции. – Белгород, 2018. - Ч. II. - С. 80-84.

102. Судаков, А.Н. Мониторинг температуры эмбриона птиц посредством неинвазивного контроля частоты сердечных сокращений / А.Н. Судаков, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, Н.Я. Скользнев // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности: материалы международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2018. - Ч. I. - С. 54-60.

103. Судаков, А.Н. Применение инновационных решений в устоявшихся технологиях / О.А. Липа, А.Н. Судаков, Н.Я. Скользнев, П.И. Дудин // Гражданское общество и его взаимоотношения с государством: материалы международной заочной научно-практической конференции. – Балашиха, 2018. – С. 104-108.

104. Судаков, А.Н. Разработка методики подсчета частоты сердечных сокращений эмбриона птиц / А.Н. Судаков, О.А. Липа, Н.Я. Скользнев, П.И. Дудин // Наука сегодня: вызовы и решения: материалы международной научно-практической конфе-

ренции. – Вологда, 2018. – С. 172-175.

105. Судаков, А.Н. Технические средства контроля показателя частоты сердечных сокращений эмбриона сельскохозяйственной птицы / А.Н. Судаков, О.А. Липа // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 1 (22). – С. 122-129.

106. Техническое пособие ROSS Рассмотрение методики инкубации Октябрь 2009 : [сайт]. – URL: http://ru.aviagen.com/tech-center/download/518/Ross-Tech-Investigating-Hatchery-Practice_RUS.pdf (дата обращения: 22.01.2020). – Текст: электронный.

107. Третьяков, Н.П. Инкубация с основами эмбриологии: монография / Н.П. Третьяков, Г.С. Крок. – М.: Колос, 1978. – 304 с.

108. Третьяков, Н.П. Инкубация яиц сельскохозяйственных птиц: монография / Н.П. Третьяков. – М.: Колос, 1951. - 278 с.

109. Тришечкин, С.П. Автоматизация термоконтрастного режима инкубации куриных яиц: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Тришечкин Сергей Петрович. – М., 2005. - 182 с.

110. Фисинин, В.Н. Эмбриональное развитие птицы: монография / В.Н. Фисинин, И.В. Журавлев, Т.Г. Айдикова. – М.: Науч.тр. ВАСХНИЛ, 1990. - 240 с.

111. Фисинин, В.И. Кормление сельскохозяйственной птицы: учебник / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, И.Ф. Драганов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. - 344 с.

112. Фролов, А.Н. Производство мяса бройлеров: Практическое руководство / А.Н. Фролов. – М.: АгросПром, 2010. – 128 с.

113. Хаскин, В.В. Влияние температурных условий эмбрионального развития на терморегуляцию вылупившихся цыплят / В.В. Хаскин // Физиологический журнал СССР. – 1963. - № 49. – С. 1254-1257.

114. Хоббс, Ф.С.Д. Усилители для фотодиодов на операционных усилителях / Ф.С.Д. Хоббс. – URL: https://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2009_03_46.pdf (дата обращения: 25.06.2019). - Текст : электронный.

115. Шилов, И.А. Регуляция теплообмена у птиц: монография / И.А. Шилов. – М.: Изд-во МГУ, 1968. – 252 с.

116. Щербатов, В.И. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: монография / В.И. Щербатов, Л.И. Смирнова, О.В. Щербатов. - Краснодар: КубГАУ, 2015. - 183 с.
117. Щербатов, В.И. Новый режим инкубации яиц сельскохозяйственной птицы / В.И. Щербатов, О.А. Шкуро // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г. - Краснодар, 2017. – С. 275-276.
118. As the Egg Turns: Monitoring Egg Attendance Behavior in Wild Birds Using Novel Data Logging Technology / S.A. Shaffer, C.A. Clatterbuck, E.C. Kelsey [et al.] // Plos one. - 2014. - № 9. – P. 6.
119. Avrutina, A. Stimulation of adrenals during the critical periods of development and production in fowl / A. Avrutina, I. Calpern, S. Kislake // World's Poult. Sci.J. - 1985. - № 41 – P. 108-114.
120. Babacanoğlu, E. Effect of timing of acclimation of broiler breeder eggs during incubation on embryo and chick development / E. Babacanoğlu, H. C. Güler, S. Yalçın. - URL: https://www.researchgate.net/publication/239923431_Effect_of_timing_of_acclimation_of_broiler_breeder_eggs_during_incubation_on_embryo_and_chick_development (дата обращения: 22.01.2020). - Текст : электронный.
121. Ballistocardiogram of avian eggs determined by an electromagnetic induction coil / H. Ono, R. Akiyama, Y. Sakamoto [et al.] // Med. Biol. Eng. Comput. - 1997. - № 35. – P. 431–435.
122. Barton, N.F. Breeding meat type poultry for the future targets for selection, limits to performance and market requirements for chicken / N.F. Barton // In Proceedings of the 9th European Poultry Conference. - Andover, 1994. – P. 33-38.
123. Cain, J.R. Heart rate of the developing chick embryo / J.R. Cain, U.K. Abbott, V. Rogallo // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. – 1967. – № 126. – P. 507-510.
124. Decuypere, E. Incubation temperature as a management tool: a review / E. Decuypere, H. Michels // World's Poultry Science Journal. - 1992. - № 48. – P. 28-38.
125. Decuypere, E. Incubation-temperature in relation to postnatal performance in chickens / E. Decuypere // Arch. Exp. Veterinarmed. - 1984. - № 38. – P. 439-449.

126. Effect of thermal conditioning during embryonic development on aspects of physiological responses of broilers to heat stress / V.M.B. Moraes, R.D. Malheiros, V. Bruggeman [et al.] // *J. of Thermal-Biology*. - 2003. - № 28 (2). – P. 133-140.
127. Effects of thermal manipulation during early and late embryogenesis on thermotolerance and breast muscle characteristics in broiler chickens. / A. Collin, C. Berri, S. Tessaud [et al.] // *Poult. Sci.* - 2007. - № 86. – P. 795-800.
128. Embryonic heart rate measurements during artificial incubation of emu eggs / H. Tazawa, A. Ar, K. Moriya [et al.] // *Br. Poult. Sci.* - 2000. - № 41. – P. 89–93.
129. French, N.A. Modelling incubation temperature: The effects of incubator design, embryonic development and egg size / N.A. French // *Poultry Science*. - 1997. - № 76. – P. 124-133.
130. Funk, E.M. The minimum temperature for embryonic development in the domestic fowl (*Gallus domesticus*) / E.M. Funk, H.V. Biellier // *Poult. Sci.* - 1944. - № 23. – P. 538–540.
131. Gabrielsen, G. Tachycardia during egg-hypothermia in incubating ptarmigan (*Lagopus lagopus*) / G. Gabrielsen, J.B. Steen // *Acta physiol. Scand.* – 1979. - V.107. - № 3. – P. 273-277.
132. Geers, R. Metabolism and growth of chickens before and hatch in relation to incubation temperatures / R. Geers, H. Michels // *Poultry Sci.* – 1983. – № 9. – P. 1869–1875.
133. Haftorn, S. Egg temperature during incubation in the Great tit (*Parus major*) in relation to ambient temperature, time of day, and other factors / S. Haftorn // *Fanna norv.* - 1983. - T.6. - № 1. – P. 22-38.
134. Hamburger, V. Some aspects of the embryology of behavior / V. Hamburger // *Q. Rev. Biol.* – 1963. – № 38. – P. 342-65.
135. Hashimoto, Y. Cardiogenic ballistograms of chicken eggs: comparison of measurements / Y. Hashimoto, T. Narita, H. Tazawa // *Med. Biol. Eng. Comput.* - 1991. - № 29. – P. 393–397.
136. Havenstein, G.B. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets / G.B. Havenstein, P.R. Ferket,

M.A. Qureshi // *Poult. Sci.* - 2003. - № 82. – P. 1500-1508.

137. Hulet, R.M. Embryonic temperature effects on post hatch performance in broilers / R.M. Hulet, G. Gladys // *Int. Hatchery Pract.* – 2000. – № 2. – P. 23.

138. Janke, O. Heat production and body temperature in embryos of modern chicken breeds / O. Janke, B. Tzschentke, M.Boerjan // *XXII World's Poultry Congress. Book of Abstracts.* – Istanbul. – 2004. - P. 233.

139. Joseph, N. The effects of suboptimal eggshell temperature during incubation on broiler chick quality, live performance, and further processing yield / N. Joseph, A. Lourens, E. Moran // *Poult. Sci.* – 2006. - № 85. – P. 932-938.

140. Lewin, R. Pulse oximetry (POM): a new way of determining the heart rate in chicken embryos / R. Lewin, M. Dorner, H. Tonhardt // *Eur. J. Physiol.* – 1997. - № 434. – P. 639-641.

141. Lierz, M. Noninvasive heart rate measurement using a digital egg monitor in chicken and Turkey embryos / M. Lierz, O. Gooss, H. M. Hafez // *Journal of Avian Medicine and Surgery.* - 2006. – № 20. – P. 3.

142. Metabolic responses of chicken and muscovy duck embryos to high incubation temperatures / O. Janke, , B. Tzschentke, J. Hochel, M. Nichelmann // *Comp. Biochem. and Phys.* - 2002. - № 131. – P. 741–750.

143. Midgardt U. Arteriovenous anastomoses in the incubation patch of herring gulls / U. Midgardt // *Condor.* – 1985. – V. 87. - № 4. – P. 549-551.

144. Molenaar R. Perinatal development and nutrient utilization in chickens. Effects of incubation conditions / R. Molenaar. – URL: https://www.researchgate.net/publication/239847055_Perinatal_development_and_nutrient_utilization_in_chickens_effects_of_incubation_conditions (дата обращения: 25.06.2019). - Текст : электронный

145. Muller, G.B. Embryonic motility: environmental influences and evolutionary innovation / G.B. Muller // *Evol. Dev.* – 2003. – № 5. – P. 56-60.

146. Nichelmann, M. Ontogeny of thermoregulation in precocial birds / M. Nichelmann, B. Tzschentke // *Comp. Biochem. Physiol.* - 2002. - № 131. – P. 751-763.

147. Noncontact measurements of avian embryo heart rate by means of the laser speckle: comparison with contact measurements / H. Tazawa, T. Hiraguchi, T. Asakura [et

al.] // *Med. Biol. Eng. Comput.* - 1989. - № 27. – P. 580–586.

148. Non-invasive determination of instantaneous heart rate in developing avian embryos by means of acoustocardiogram / R. Akiyama, H. Ono, J. Hochel, [et al.] // *Med. Biol. Eng. Comput.* - 1997. - № 35. – P. 323–327.

149. Non-invasive monitoring of avian embryo heart rate / E.A. Andrianov, A.N. Sudakov, A.A Andrianov, N.Y Skolznev // *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology.* – 2019. – V. 7. - № 3. – P. 119-122.

150. Oppenheim, R. W. Short-term changes in incubation temperature: behavioral and physiological effects in the chick embryo from 6 to 20 days / R.W. Oppenheim, H.L. Levin // *Dev. Psychobiol.* – 1975. – № 8. – P. 103-115.

151. Prenatal development of epigenetic adaptation processes in poultry: changes in metabolic and neuronal thermoregulatory mechanisms / B. Loh, I. Maier, A. Winar [et al.] // *Avian Poult. Biol. Rev.* – 2004. - № 15. – P. 119-128.

152. Rahn, H. The acoustocardiogram: a non-invasive method for measuring heart rate of avian embryos in ovo / H. Rahn, S.A. Poturalski, C.V. Paganelli // *J. Appl. Physiol.* – 1990. – № 69. – P. 1546-1548.

153. Reyna, K.S. Upper lethal temperatures of Northern Bobwhite embryos and the thermal properties of their eggs / K.S. Reyna, W.W. Burggren // *Poult.Sci.* - 2012. - № 91. – P. 41–46.

154. Sauveur, B. Reproduction des volailles et production d'œufs. INRA. Station de recherches avicoles / B. Sauveur. - Monnaie: Centre de Tours-Nouzilly, 1988. - 449 p.

155. Study of new non-stationary regimes and distrution of thermal fields of biological objects / Y.A. Kolosov, A.P. Pahomov, V.I. Lachin, S.V. Gvetadze // *Middle-East Journal of Scientific Research.* – 2014. – № 20 (12). – P. 2090–2093.

156. Sudakov, A.N. The study of the natural chicken brooding in laboratory conditions / E.A. Andrianov, A.A. Andrianov, A.N. Sudakov and P.I. Dudin // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: Materials 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming.* – Voronezh, Russian Federation: IOP Publishing. – 2020. - Vol. 422. – 012051. - DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012051.

157. Sudakov, A.N. Using the heart rate of a bird embryo to monitor its condition /

E.A. Andrianov, A.A. Andrianov, A.N. Sudakov and P.I. Dudin // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: Materials 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. – Voronezh, Russian Federation: IOP Publishing. – 2020. - Vol. 422. – 012043. - DOI:10.1088/1755-1315/422/1/012043.

158. Suzuki, Y. Noninvasive heart rate monitoring system for avian embryos based on the ballistocardiogram / Y. Suzuki, H. Musashi, H. Tazawa // Med. Biol. Eng. Comput. - 1989. - № 27. – P. 399–404.

159. Tazawa, H. Temperature and metabolism of chick embryos and hatchlings after prolonged cooling / H. Tazawa, H. Rahn // J. Exp. Zool. - 1987. - № 1. – P. 105–109.

160. The day-old chick: a crucial hinge between breeders and broilers / E. Decuypere, K. Tona, V. Bruggeman, F. Bamelis // World's Poultry Science Journal. - 2001. - № 57. – P. 127-138.

161. The effects of different eggshell temperatures on embryonic development, hatchability, chick quality, and first-week broiler / A. Ipek, S. Umran, B. S. Can, S. Arda // Poultry science. - 2014. - № 93. – C. 464-472.

162. Thermal manipulations during broiler chick embryogenesis: Effects of timing and temperature / S. Yahav, A. Collin, D. Shinder, M. Picard // Poultry science. - 2005. - № 83. – P. 1959-1963.

163. Thermal manipulations during broiler embryogenesis: effect on the acquisition of thermotolerance / Y. Piestun, D. Shinder, M. Ruzal [et al.] // Poult. Sci. – 2008. - № 87. – P. 1516-1525.

164. Twodimensional cardiogenic ballistic movements of avian eggs / Y. Sakamoto, M.A. Haque, H. Ono [et al.] // Med. Biol. Eng. Comput. - 1995. - № 33. – P. 611–614.

165. Tzschentke ,B. Early development of neuronal hypothalamic thermosensitivity in birds: influence of epigenetic temperature adaptation / B. Tzschentke, D. Basta // Comparative biochemistry and physiology. - 2002. - № 131. – P. 825-832.

166. Webb, D.R. Thermal tolerance of avian embryos: A review / D.R. Webb // Condor. - 1987. - № 89. – P. 874–898.

167. Yahav, S. The effect of thermal manipulation during embryogenesis of broiler

chicks (*Gallus domesticus*) on hatchability, body weight and thermoregulation after hatch /
S. Yahav, S.R. Sasson, D. Shinder // J. Ther. Biol. - 2004. - № 29. – P. 245-250.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **2 665 117**⁽¹³⁾ **C2**

(51) МПК
A61B 5/0245 (2006.01)
A61B 5/0295 (2006.01)
A01K 43/00 (2006.01)
A01K 45/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A61B 5/0245 (2006.01); *A61B 5/0295* (2006.01); *A01K 43/00* (2006.01); *A01K 45/007* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016115016, 18.04.2016
 (24) Дата начала отчета срока действия патента:
 18.04.2016
 Дата регистрации:
 28.08.2018
 Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 18.04.2016
 (43) Дата публикации заявки: 19.10.2017 Бюл. № 29
 (45) Опубликовано: 28.08.2018 Бюл. № 25
 Адрес для переписки:
 143900, Московская обл., г. Балашиха, ул.
 Юлиуса Фучика, 1, Управление организации
 научных исследований и подготовки научно-
 педагогических кадров, заведующей сектором
 УОНИ и ПНПК Герасименковой М.А.

(72) Автор(ы):
 Судаков Александр Николаевич (RU),
 Липа Оксана Александровна (RU),
 Махмутов Мансур Магфурович (RU)
 (73) Патентообладатель(и):
 Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования
 "РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
 АГРАРНЫЙ ЗАОЧНЫЙ
 УНИВЕРСИТЕТ" (RU)
 (56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: WO 2004023136 A2, 18.03.2004. CN
 104304173 A, 28.01.2015. JP 2013188222 A,
 26.09.2013. US 2009091742 A1, 09.04.2009. WO
 2008084379 A2, 17.07.2008. US 6860225 B2,
 01.03.2005. WO 2015145435 A1, 01.10.2015. RU
 2442978 C2, 20.02.2012. RU 2140147 C1,
 27.10.1999.

(54) СПОСОБ РЕГИСТРАЦИИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ЭМБРИОНА ПТИЦ БЕЗ РАЗРУШЕНИЯ СКОРЛУПЫ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:
 Группа изобретений относится к медицине. Способ регистрации частоты сердечных сокращений эмбриона птиц без разрушения скорлупы осуществляют с помощью устройства, снабженного освещающими всю поверхность яйца светодиодами источниками света и электронной схемой автоматической регуляции интенсивности свечения светодиодов. Электронная схема обеспечивает одинаковый уровень освещенности фоточувствительного датчика вне зависимости от степени окрашенности скорлупы. При этом регистрируют изменения количества отраженного или проходящего света. Устройство содержит светодиоды, фоточувствительный датчик, плату управления, корпус и внутреннюю камеру. Фоточувствительный датчик выполнен с

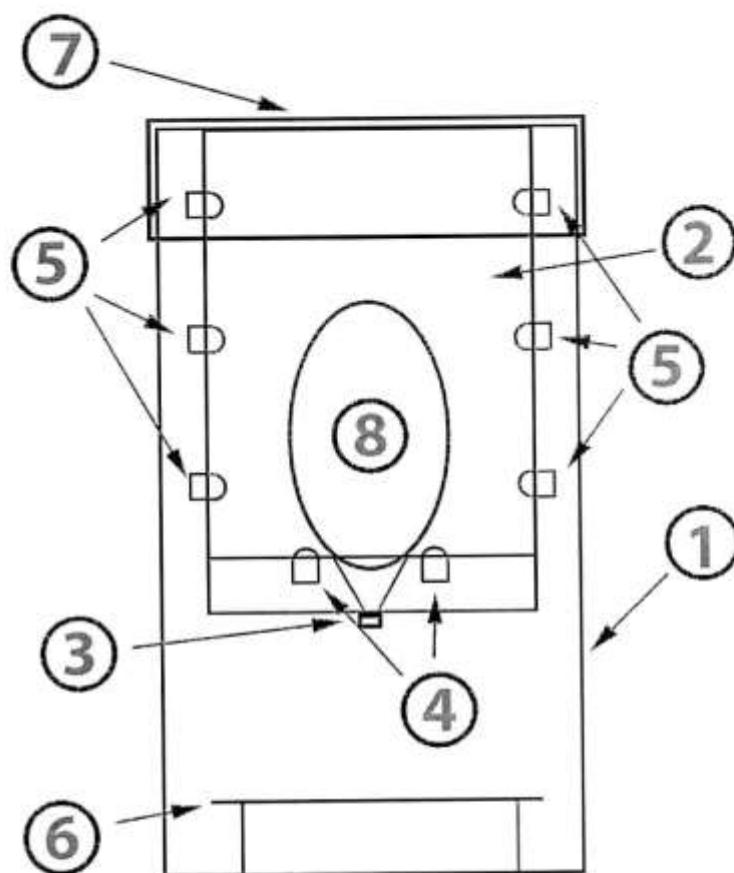
возможностью регистрации изменения количества света вследствие сердечных сокращений. Светодиоды расположены по периметру камеры и выполнены с возможностью освещения яйца со всех сторон. Плата управления содержит электронную схему для автоматической регулировки уровня освещенности фоточувствительного датчика за счет регуляции интенсивности свечения светодиодов на основании данных об уровне освещенности от фоточувствительного датчика. Достигается расширение сроков эмбриогенеза, при которых возможны регистрация сердечных сокращений и реализация возможности обследовать на одном устройстве яйца вне зависимости от степени окрашенности скорлупы. 2 н.п. ф-лы, 1 ил.

Стр. 1

RU 2 665 117 C 2

RU 2 665 117 C 2

1



Фиг. 1

Стр. 5

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **172 072**⁽¹³⁾ **U1**

(51) МПК
A61B 5/0245 (2006.01)
A61B 5/0295 (2006.01)
A01K 43/00 (2006.01)
A01K 45/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016114960, 18.04.2016

(24) Дата начала отчета срока действия патента:
18.04.2016

Дата регистрации:
28.06.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.04.2016

(45) Опубликовано: 28.06.2017 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

143900, Московская обл., г. Балашиха, ул.
Юлиуса Фучика, 1, ФГБОУ ВО РГАЗУ,
Управление организации научных исследований
и подготовки научно-педагогических кадров,
зав. сектором УОНИ и ПНПК Герасименковой
М.А.

(72) Автор(ы):

Судаков Александр Николаевич (RU),
Липа Оксана Александровна (RU),
Махмутов Мансур Маффурович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "РОССИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ЗАОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2442978 C2, 20.02.2012. SU
1597173 A1, 07.10.1990. US 2004107912 A1,
10.06.2004. WO 2004023136 A2, 18.03.2004. EP
100209 A2, 08.02.1984. CN 101822225 A,
08.09.2010.

(54) УСТРОЙСТВО РЕГИСТРАЦИИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ЭМБРИОНА ПТИЦ
БЕЗ РАЗРУШЕНИЯ СКОРЛУПЫ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к биологии, а
именно к способам исследования сократительной
функции сердца эмбрионов птиц и рептилий,
осуществляемых в условиях IN VIVO.

Целью полезной модели является расширение
сроков эмбриогенеза, при которых возможна
регистрация сердечных сокращений и реализация
возможности обследовать на одном устройстве
яиц, вне зависимости от окрашенности скорлупы.

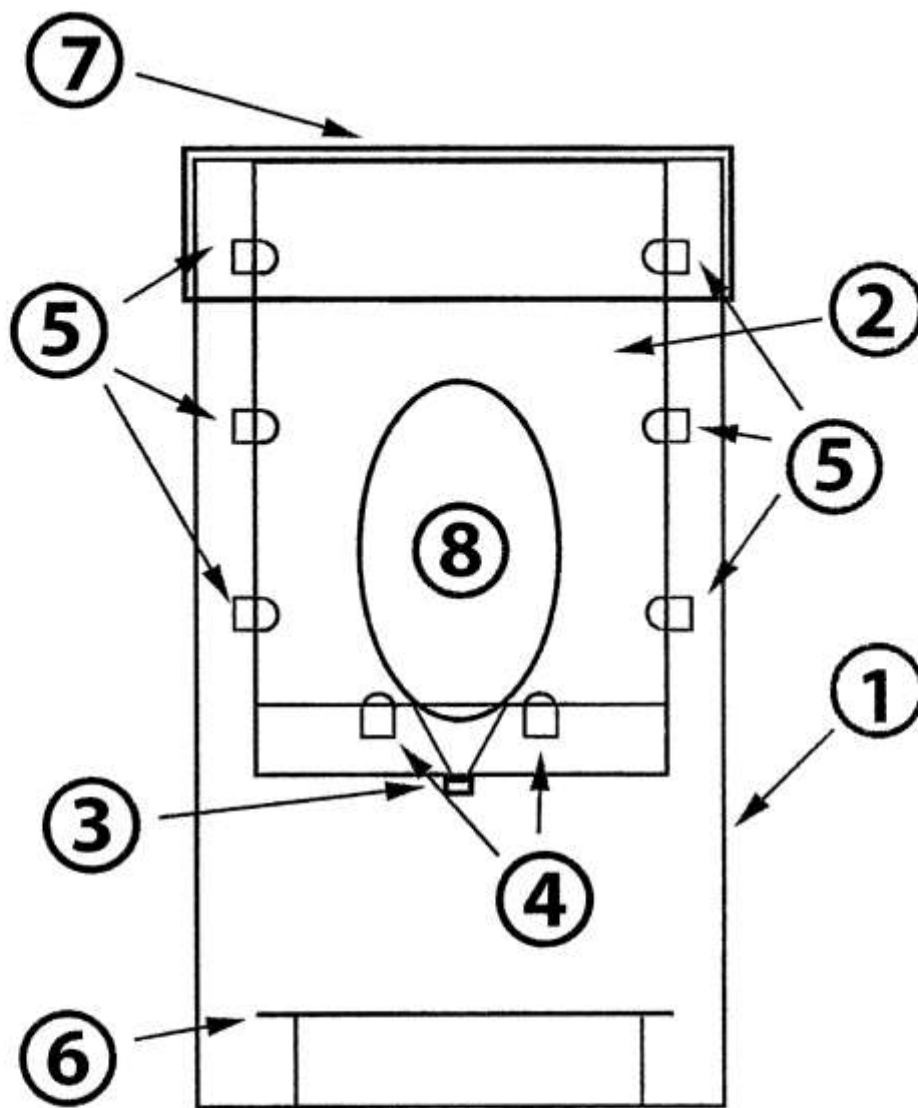
Поставленная цель достигается тем, что
устройство содержит корпус и внутреннюю
камеру, светодиоды расположены по периметру
камеры и выполнены с возможностью освещения
яйца со всех сторон, плата управления содержит

электронную схему, выполненную с
возможностью осуществления автоматической
регуляции яркости свечения светодиодов на
основании данных об уровне освещенности от
фоточувствительного датчика, который выполнен
с возможностью регистрации изменения
количества света вследствие сердечных
сокращений.

Предлагаемое устройство позволяет
расширить диапазон сроков инкубации, на
которых возможно проведение измерений и
использовать единую модификацию устройства
для яиц любой интенсивности окрашенности
скорлупы.

RU 172072 U1

RU 172072 U1



Фиг. 1

Стр. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11)

181 475⁽¹³⁾ **U1**

(51) МПК
A01K 41/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01K 41/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018108920, 13.03.2018
(24) Дата начала отчета срока действия патента:
13.03.2018
Дата регистрации:
16.07.2018
Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 13.03.2018
(45) Опубликовано: 16.07.2018 Бюл. № 20
Адрес для переписки:
394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1,
ФГБОУ ВО "ВГУ", ОЗИС

(72) Автор(ы):
Судаков Александр Николаевич (RU),
Скользнев Николай Яковлевич (RU),
Дудин Петр Иванович (RU),
Липа Оксана Александровна (RU),
Смирнова Татьяна Сергеевна (RU)
(73) Патентообладатель(и):
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Воронежский государственный
университет" (ФБГОУ ВО "ВГУ") (RU)
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2108712 C1, 20.04.1998. RU
126566 U1, 10.04.2013. RU 2028779 C1,
20.02.1995. RU 92299 U1, 20.03.2010.

(54) ЛАБОРАТОРНЫЙ ИНКУБАТОР

(57) Реферат:
В лабораторном инкубаторе, содержащем корпус с вентиляционными отверстиями регулируемого сечения, систему термостатирования и регулировки влажности воздуха в корпусе инкубатора, сепаратор, механизм поворота яиц и блок управления, жесткая пластина, на которой установлен сепаратор с яйцами, является термостатируемой с возможностью регулировки температуры от 0 до 39°C. В целях экономии потребляемой инкубатором электроэнергии и расширения диапазона разницы температур термостатируемой площадки и воздуха в камере инкубатора сепаратор может быть изготовлен с применением теплоизолирующих материалов и с отверстиями по форме яиц. Термостатируемая пластина может быть выполнена из алюминия с полимерным

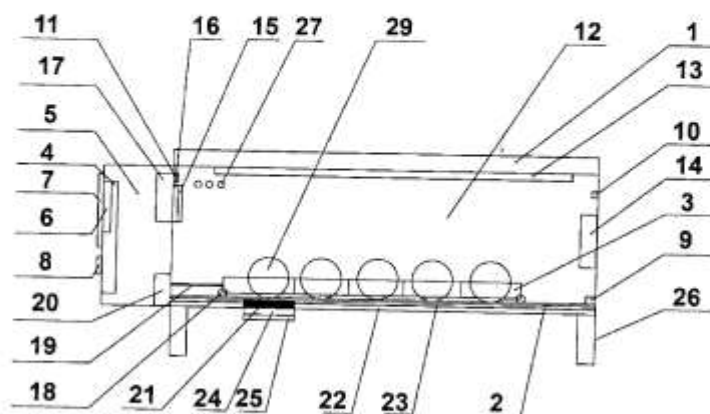
покрытием. Механизм поворота выполнен в виде роликов, закрепленных на нижней части сепаратора для его перекатывания по поверхности термостатируемой пластины, и штока, жестко соединяющего сепаратор с электродвигателем. Площадь вентиляционных отверстий в корпусе регулируется с помощью заслонки.

Предлагаемое устройство относится к сельскохозяйственной технике, в частности к устройствам для вывода сельскохозяйственной и дикой птицы, и позволяет с высокой точностью имитировать температурный режим естественного насиживания, при котором существует разность температур нижней и верхней сторон яйца, что приводит к увеличению процента вывода оплодотворенных яиц в лабораторных условиях.

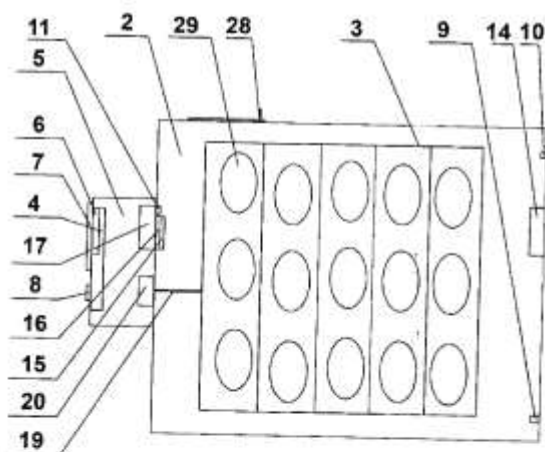
RU 181475 U1

RU 181475 U1

Лабораторный инкубатор



Фиг. 1



Фиг. 2

Авторы: Судаков А. Н. и др.3

ПРИЛОЖЕНИЕ В

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11)

192 870 ⁽¹³⁾ **U1**

(51) МПК
A01K 41/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01K 41/00 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2019118555, 14.06.2019
(24) Дата начала отчета срока действия патента:
14.06.2019
Дата регистрации:
03.10.2019
Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 14.06.2019
(45) Опубликовано: 03.10.2019 Бюл. № 28
Адрес для переписки:
394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, ВГАУ,
зав. сектором защиты интеллектуальной
собственности, Балбековой Л.В.

(72) Автор(ы):
Судаков Александр Николаевич (RU),
Андрианов Алексей Александрович (RU),
Андрианов Евгений Александрович (RU),
Скользяев Николай Яковлевич (RU)
(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Воронежский государственный
аграрный университет имени императора
Петра I" (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ)
(RU)
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2324968 C2, 20.05.2008. RU 143068
U1, 10.07.2014. RU 2246826 C1, 27.02.2005. RU
2060651 C1, 27.05.1996.

(54) Инкубатор с функцией охлаждения яйца

(57) Реферат:
Полезная модель относится к сельскохозяйственной технике, в частности к устройствам для вывода сельскохозяйственной и дикой птицы.

В инкубаторе с функцией охлаждения яйца, содержащем корпус с вентиляционными отверстиями и вентиляторами охлаждения, систему термостатирования и поддержания влажности воздуха в корпусе инкубатора, лотки для яиц, механизм поворота лотков и блок управления, управление вентиляторами охлаждения, подающими воздух из помещения, в котором установлен инкубатор, в камеру инкубатора, осуществляется дополнительным блоком управления, синхронизирующим

включение вентиляторов охлаждения с включением механизма поворота лотков, имеющим возможность регулировки продолжительности работы вентиляторов охлаждения после каждого включения механизма поворота лотков и снабженный датчиком температуры, отключающим вентиляторы охлаждения при повышении температуры ниже установленного пользователем значения вне зависимости от длительности их работы, установленной блоком управления.

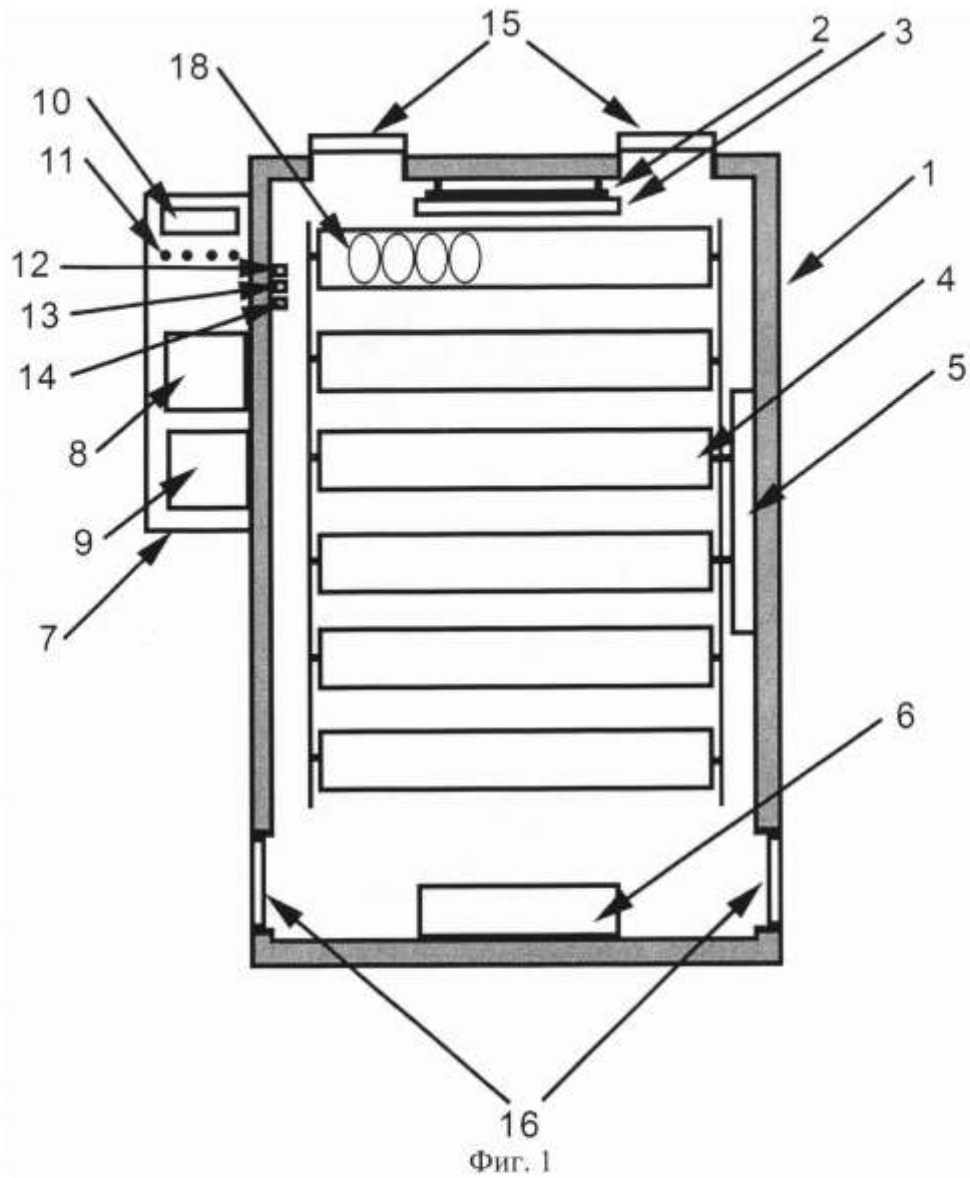
Технический результат - увеличение процента вывода оплодотворенного яйца птицы.

2 ил.

RU 192870 U1

RU 192870 U1

RU 192870 U1



RU 192870 U1

Стр. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **2 683 513** (13) **C1**

(51) МПК
A01K 41/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01K 41/00 (2018.08); A01K 43/00 (2018.08); A01K 45/00 (2018.08); A01K 67/02 (2018.08); A61B 5/0245 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018122742, 21.06.2018
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.06.2018
Дата регистрации:
28.03.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 21.06.2018

(45) Опубликовано: 28.03.2019 Бюл. № 10

Адрес для переписки:
394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, ВГАУ,
зав. сектором защиты интеллектуальной
собственности Балбековой Л.В.

(72) Автор(ы):
Судаков Александр Николаевич (RU),
Андрианов Евгений Александрович (RU),
Андрианов Евгений Александрович (RU),
Скользнев Николай Яковлевич (RU),
Дудин Петр Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное Учреждение высшего
образования "Воронежский государственный
аграрный университет имени императора
Петра 1" (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ)
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2071253 C1, 10.01.1997. RU
2634274 C1, 24.10.2017. СУДАКОВ А.Н.,
ЛИПА О.А. Технические средства контроля
показателя частоты сердечных сокращений
эмбриона сельскохозяйственной птицы//
Инновации в сельском хозяйстве, 2017, N 1
(22). US 7333187 B2, 19.02.2008. RU 172072 U1,
28.06.2017.

(54) Способ определения температурного режима инкубации яиц сельскохозяйственных и диких птиц

(57) Реферат:

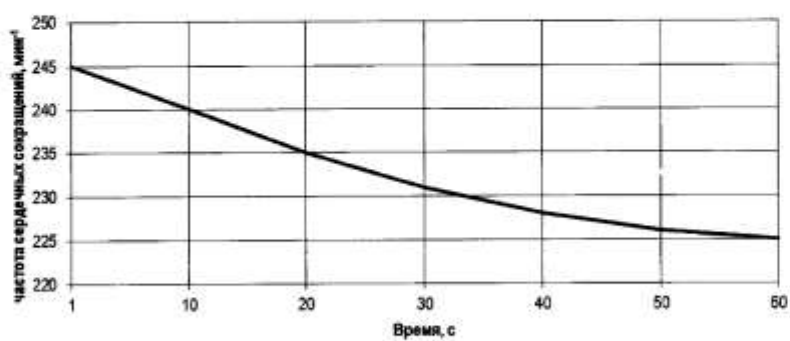
Изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к инкубации яиц сельскохозяйственных и диких птиц. Вначале неинвазивно получают данные о нормальном значении показателя частоты сердечных сокращений эмбриона посредством изъятия яйца данного вида или породы птиц из-под наседки и помещения в устройство контроля показателя частоты сердечных сокращений. Определяют необходимый температурный режим в камере инкубатора посредством установки яйца с

прикрепленным датчиком вышеуказанного устройства в камеру инкубатора и коррекции температуры в ней при непрерывном неинвазивном мониторинге частоты сердечных сокращений эмбриона до установления показателя, равного полученному при естественном насиживании. Обеспечивается снижение экономических и временных затрат, повышение точности температурного режима, создаваемого в камере инкубатора. 2 ил.

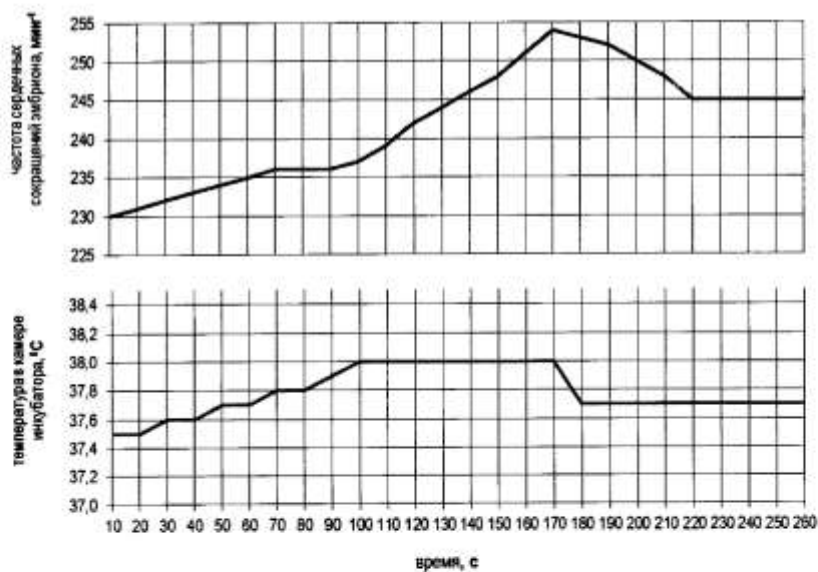
RU 2 683 513 C 1

RU 2 683 513 C 1

Способ определения температурного режима инкубации яиц сельскохозяйственных и диких птиц



Фиг. 1



Фиг. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **2 717 538**⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК
A01K 41/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01K 41/00 (2020.01)

(21)(22) Заявка: 2019117982, 10.06.2019
(24) Дата начала отчета срока действия патента:
10.06.2019
Дата регистрации:
23.03.2020
Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 10.06.2019
(45) Опубликовано: 23.03.2020 Бюл. № 9
Адрес для переписки:
394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, ВГАУ,
зав. сектором защиты интеллектуальной
собственности Балбековой Л.В.

(72) Автор(ы):
Судаков Александр Николаевич (RU),
Андрианов Евгений Александрович (RU),
Андрианов Алексей Александрович (RU),
Скользяев Николай Яковлевич (RU),
Дудин Петр Иванович (RU)
(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное Учреждение высшего
образования "Воронежский государственный
аграрный университет имени императора
Петра I" (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ)
(RU)
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2070387 C1, 20.12.1996. RU
2658845 C1, 25.06.2018. CN 101023738 A,
29.08.2007. RU 186760 U1, 31.01.2019. US 1820311
A1, 25.08.1931. US 2176484 A1, 17.10.1939.

(54) Способ инкубации яйца сельскохозяйственной птицы
(57) Реферат:

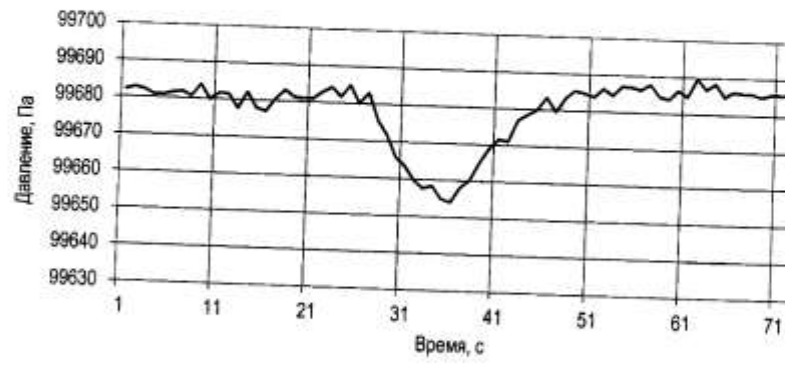
Изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к инкубации яиц сельскохозяйственной птицы. Способ включает инкубацию при рекомендованных производителем инкубационного яйца температуре, влажности, кратности и угле поворота. При этом инкубируемое яйцо в течение 30 с охлаждаются воздушным потоком с температурой от 18 до 25°C при каждом включении механизма поворота лотков инкубатора. Технический результат

заключается в повышении выводимости яйца сельскохозяйственной птицы и качества молодняка при искусственной инкубации посредством полноценного задействования природного механизма газообмена яйца, который может быть реализован с помощью краткосрочных, синхронизированных с поворотом, охлаждений яйца в процессе инкубации. 1 ил.

RU 2 717 538 C 1

RU 2 717 538 C 1

1



ФИГ.1

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид

Обычный Разметка страницы Во весь экран Режимы просмотра книги

Страничный режим Представления Линейка Сетка Показать

Строка формул Заголовки

Новое окно Упорядочить все Закрепить области

Разделить Скрыть Отобразить

Сохранить рабочую область Перейти в другое окно

Макросы

Окно

Масштаб Масштаб по выделенному Масштаб

М86404

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
1																							
2																							
3																							
86365	37,1916	36,7525	38,4514	37,9439	37,7775	38,6387	39,4452	35,6325	36,512907														
86366	37,1946	36,7501	38,4483	37,9423	37,7775	38,6427	39,4466	35,6339	36,51735														
86367	37,1963	36,7503	38,4499	37,9429	37,7733	38,6449	39,4478	35,6328	36,516387														
86368	37,1929	36,7514	38,4511	37,9439	37,7771	38,6415	39,4466	35,6321	36,518017														
86369	37,1949	36,7514	38,4511	37,9421	37,7758	38,6447	39,448	35,6347	36,516017														
86370	37,1918	36,7523	38,4514	37,9383	37,7774	38,6429	39,4484	35,6337	36,516758														
86371	37,1994	36,75	38,4514	37,9381	37,778	38,6418	39,4486	35,6318	36,518663														
86372	37,1912	36,7516	38,4474	37,9349	37,7731	38,6364	39,4489	35,6343	36,519276														
86373	37,1929	36,7487	38,4476	37,9323	37,7721	38,6377	39,4476	35,633	36,516535														
86374	37,1929	36,7505	38,4482	37,9359	37,7742	38,6349	39,4452	35,6308	36,518831														
86375	37,1939	36,7485	38,4454	37,935	37,7765	38,6392	39,4476	35,6343	36,518387														
86376	37,1949	36,7458	38,444	37,9372	37,7704	38,6387	39,4466	35,6314	36,517202														
86377	37,1932	36,7473	38,4448	37,9349	37,7741	38,6378	39,4439	35,6334	36,520238														
86378	37,1954	36,7462	38,4441	37,9371	37,773	38,6361	39,4468	35,6277	36,515573														
86379	37,1936	36,7479	38,4431	37,9323	37,7747	38,6367	39,4451	35,6318	36,515721														
86380	37,1951	36,7504	38,4424	37,932	37,7732	38,6354	39,4444	35,63	36,520387														
86381	37,193	36,7509	38,4419	37,93	37,775	38,6347	39,442	35,6332	36,519868														
86382	37,1946	36,7491	38,4461	37,934	37,7745	38,6327	39,4378	35,6306	36,522164														
86383	37,1951	36,7508	38,4434	37,9359	37,7721	38,6318	39,4405	35,6318	36,523571														
86384	37,1914	36,7495	38,4417	37,9334	37,7761	38,6351	39,4386	35,6353	36,523275														
86385	37,1915	36,7509	38,4457	37,9328	37,7739	38,6332	39,4395	35,6329	36,5252														
86386	37,1926	36,7486	38,4438	37,9321	37,7722	38,6322	39,4381	35,6316	36,521127														
86387	37,1901	36,7469	38,4479	37,93	37,7729	38,6349	39,4398	35,6314	36,518091														
86388	37,1925	36,7527	38,4466	37,9334	37,7713	38,6337	39,4437	35,6332	36,520905														
86389	37,1937	36,7524	38,4439	37,9328	37,7744	38,63	39,4397	35,6345	36,523349														
86390	37,1888	36,7489	38,4462	37,9303	37,7723	38,6344	39,4397	35,6328	36,523941														
86391	37,1916	36,7469	38,4459	37,9311	37,7713	38,6325	39,4459	35,6328	36,524682														
86392	37,1951	36,7481	38,4477	37,9317	37,7723	38,6327	39,4444	35,6339	36,524608														
86393	37,1929	36,748	38,4483	37,9289	37,7725	38,6349	39,4441	35,6345	36,525423														
86394	37,1887	36,7489	38,4457	37,9314	37,773	38,6331	39,4472	35,6329	36,526283														
86395	37,194	36,7489	38,4506	37,9319	37,771	38,6344	39,4476	35,6295	36,526237														
86396	37,1902	36,7446	38,4502	37,9303	37,7766	38,6349	39,4462	35,6332	36,526385														
86397	37,1936	36,7434	38,4474	37,928	37,771	38,6341	39,4498	35,6306	36,526015														
86398	37,1875	36,7453	38,4463	37,9278	37,7705	38,6304	39,4468	35,6286	36,527644														
86399	37,1908	36,7426	38,4439	37,9249	37,7707	38,6333	39,4449	35,6281	36,522608														

Готово

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

ЭКСПОЦЕНТР ВГАУ

ЭКСПОЦЕНТР
Аграрный Университет
ВГАУ

ВОРОНЕЖАГРО

ВОРОНЕЖАГРО

XXIV АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ
ВЫСТАВКА **2019** XXIV AGRICULTURAL
EXHIBITION

ДИПЛОМ

награждается золотой медалью

ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»
Факультет технологии и товароведения





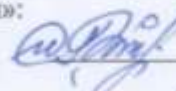
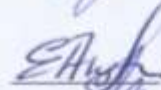
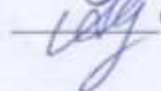
Коллектив авторов: Е.А. Андрианов, А.Н. Судаков
За разработку проекта « Контактный термограф »

РЕКТОР ФГБОУ ВО
ВОРОНЕЖСКИЙ ГАУ
Н.И. БУХТОЯРОВ

ВОРОНЕЖ
13-14 ноября 2019



ПРИЛОЖЕНИЕ И
АКТ О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

<p>СОГЛАСОВАНО: Врио ректора ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра I</p>  <p>А. Ю. Попов</p> 	<p>УТВЕРЖДАЮ: Директор ООО «Задонская инкубаторная станция»</p>  <p>В. Н. Горчаков</p> 
<p>АКТ о внедрении результатов научно-исследовательской работы</p>	
<p>Настоящим актом подтверждается, что результаты научно-исследовательской работы: «Совершенствование инкубации яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур в условиях крестьянско-фермерских хозяйств», выполненной на кафедре ТО, ППП, МСХ и БЖД ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра I под руководством д. с-х. н., профессора Андрианова Е. А.</p>	
<p>Внедрены: в ООО «Задонская инкубаторная станция» (Липецкая обл., Задонский район, г. Задонск, ул. Бебеля, д. 109)</p>	
<p>Срок внедрения: с 21 октября 2019 года по 31 января 2020 года.</p>	
<p>Форма внедрения результатов: режим инкубации яиц кур родительского стада кросса Кобб-500 с применением инкубатора с функцией охлаждения яйца (Патент на полезную модель № 192870)</p>	
<p>Характеристика масштабов внедрения: партия яиц родительского стада кросса Кобб-500 в кол-ве 1000 шт., инкубатор с функцией охлаждения яйца 1 шт.</p>	
<p>Новизна внедренных результатов: использование разработанного температурного режима инкубации, включающего краткосрочные охлаждения инкубируемых яиц, синхронизированные с поворотом лотков инкубатора, реализованного с применением инкубатора с функцией охлаждения яйца.</p>	
<p>Эффективность внедрения: разработанный режим инкубации позволяет повысить показатель выводимости на 6%, снизить итоговую себестоимость продукции на 4,3 %. Расчетный годовой экономический эффект от внедрения составит 90,6 тыс. руб.</p>	
<p>Представители ООО «Задонская инкубаторная станция»: Заведующая инкубаторием</p>	 <p>Писарева В. В.</p>
<p>Представители ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ: Профессор Аспирант</p>	 <p>Андрианов Е. А.</p>  <p>Судаков А. Н.</p>

СОГЛАСОВАНО:
Врио ректора ФГБОУ ВО
Воронежский ГАУ
им. императора Петра I



А. Ю. Попов

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ООО «Задонская
инкубаторная станция»



В. Н. Горчаков

АКТ

Мы, нижеподписавшиеся, заведующая инкубаторием ООО «Задонская инкубаторная станция» Писарева Валентина Васильевна с одной стороны, сотрудники ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра I профессор Андрианов Е. А., аспирант Судаков А. Н. с другой стороны, составили настоящий акт в том, что с 21 октября 2019 года по 31 января 2020 года в ООО «Задонская инкубаторная станция» (Липецкая обл., Задонский район, г. Задонск, ул. Бебеля, д. 109) проводились производственные испытания нового режима инкубации яйца бройлеров кросса Кобб-500 (табл. 1) с применением инкубатора с функцией охлаждения яйца (Патент на полезную модель № 192870), разработанных на кафедре ТО, ППП, МСХ и БЖД ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра I.

Таблица 1 – Параметры инкубации яйца при проведении испытаний.

Партия	Температура	Относительная влажность	Количество поворотов, сут. ⁻¹	Количество охлаждений, сут. ⁻¹
Контроль	37,8±0,1	60±5%	24	0
Опыт	38±0,1	60±5%	48	48

В результате испытаний были получены сравнительные данные по выводимости, качеству молодняка и показателям продуктивности бройлеров.

Сравнительные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты производственных испытаний.

Показатели	Опыт	Контроль
Количество яйца, шт.	1000	1000
Неоплодотворенных, шт.	63	57
Оплодотворенность, %	93,7	94,3
Вывелось цыплят, шт.	875	824
Выводимость (от оплодотворенных), %	93,3	87,3
Балл Pasgar@Score	9,3	8,9
Качественного молодняка, шт.	813	733
Кол-во поголовья к убою, шт.	797	696
Затрачено корма суммарно, кг.	4348	3560
Длительность выращивания, сут.	45	45
Получено товарной продукции, кг.	2500,8	2027,3

Производственные испытания показали, что использование режима инкубации, при котором осуществляются краткосрочные охлаждения яиц при каждом включении механизма поворота лотков, позволяет получить повышенные показатели выводимости (93,3% при предложенном режиме и 87,3 % при термостабильном режиме), повышается качество молодняка по оценке Pasgar@Score (9,3 балла при предложенном режиме и 8,9 балла при термостабильном режиме).

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что разработанный режим инкубации, с использованием краткосрочных охлаждений при каждом повороте лотков эффективен и может быть рекомендован к использованию в условиях крестьянско-фермерских хозяйств.

Заведующая инкубаторием

Профессор

Аспирант

Писарева В. В.

Андреанов Е. А.

Судаков А. Н.

Утверждаю
Ректор ФГБОУ ВО
Воронежского государственного
аграрного университета имени
императора Петра I
Бухтояров Н.И.

« _____ » _____ 2020 г.



СПРАВКА

о внедрении в учебный процесс результатов научно-исследовательской работы аспиранта Судакова А.Н.

Результаты научных исследований А.Н. Судакова по разработке инкубационного режима яйца бройлеров на основании результатов инструментального мониторинга параметров естественного насиживания внедрены в учебный процесс при подготовке бакалавров по направлению 35.03.06 Агроинженерия. Их используют при чтении лекций, выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, проведении лабораторно-практических занятий.

Декан ф-та технологии и товароведения
ВГАУ, заведующая каф. технологического
оборудования, процессов перерабатывающих
производств, механизации сельского хозяйства
и безопасности жизнедеятельности
д.б.н., профессор

Высоцкая Е.А.

Утверждаю
Ректор ФГБОУ ВО
Воронежского государственного
аграрного университета имени
императора Петра I
Бухтояров Н.И.

«___» _____ 2020 г.



СПРАВКА

о внедрении в учебный процесс результатов научно-исследовательской работы аспиранта Судакова А.Н.

Результаты научных исследований А.Н. Судакова по разработке инкубационного режима яйца бройлеров на основании результатов инструментального мониторинга параметров естественного насиживания внедрены в учебный процесс при подготовке бакалавров по направлению 36.03.02 «Зоотехния» и магистров по направлению 36.04.02 «Зоотехния». Их используют при чтении лекций, выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, проведении лабораторно-практических занятий.

Декан ф-та ветеринарной медицины и
технологии животноводства
ВГАУ, заведующий каф. общей зоотехнии