


На правах рукописи

ЕПИШКОВ Егор Николаевич



**ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОВОГО
КОМФОРТА ПОРОСЯТ-СОСУНОВ В УСЛОВИЯХ
НЕОТАПЛИВАЕМОГО СВИНАРНИКА-МАТОЧНИКА**

Специальность 05.20.02 – Электротехнологии
и электрооборудование в сельском хозяйстве

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Челябинск – 2013

Работа выполнена на кафедре «Электротехника и автоматика»
ФГБОУ ВПО «Челябинская государственная агроинженерная академия».

Научные руководители: доктор технических наук, профессор

Кабанов Иван Дмитриевич

кандидат технических наук, доцент

Знаев Александр Степанович

Официальные оппоненты: **Делягин Валерий Николаевич**,
доктор технических наук, старший научный
сотрудник, заведующий лабораторией энергетики
и электрификации сельского хозяйства
ГНУ «Сибирский научно-исследовательский
институт механизации и электрификации
сельского хозяйства» Россельхозакадемии

Уразов Сергей Игоревич,

кандидат технических наук, доцент кафедры

применения электрической энергии

в сельском хозяйстве ФГБОУ ВПО

«Челябинская государственная агроинженерная
академия»

Ведущая организация: ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт электрификации сельского хозяйства»
Россельхозакадемии

Защита состоится «13» декабря 2013 г., в 10.00 часов на заседа-
нии диссертационного совета Д 220.069.01 на базе ФГБОУ ВПО «Челя-
бинская государственная агроинженерная академия» по адресу: 454080,
г. Челябинск, пр. им. В. И. Ленина, 75.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Че-
лябинская государственная агроинженерная академия».

Автореферат разослан «11» ноября 2013 г. и размещен на официальном
сайте ВАК при Министерстве образования и науки России <http://vak.ed.gov.ru>
и на сайте ФГБОУ ВПО ЧГАА <http://www.csaa.ru>.

Ученый секретарь
диссертационного
совета



Плаксин
Алексей Михайлович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Рост цен на топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) вынудил отказаться от использования неэффективных систем отопления свинарников. Возникает необходимость создания малоэнергоемких систем обогрева.

Основой для разработки подобных систем послужила концепция, представленная в Федеральном законе № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...», которая направлена на достижение рационального уровня расходования энергетических ресурсов, что означает максимальную эффективность их использования.

Исследования проводились в рамках ведомственной целевой Программы «Развитие свиноводства в РФ на период 2006–2010 гг. и до 2015 года».

Цель исследования: обосновать и разработать электрифицированную систему теплового комфорта, обеспечивающую сохранность поросят-сосунов и эффективность их выращивания.

Задачи исследования:

1. Обосновать параметры системы теплового комфорта для поросят сосунов в условиях неотапливаемого свинарника-маточника.
2. Исследовать процесс лучистого обогрева поросят-сосунов в закрытом логове и обосновать параметры источника с равномерной плотностью потока излучения.
3. Обосновать параметры обогреваемого логова.
4. Провести испытания созданной системы теплового комфорта в технологическом цикле выращивания поросят в подсосный период. Оценить энергетическую эффективность системы в целом и ее отдельных элементов.

Объект исследования: технологический процесс создания теплового комфорта для поросят-сосунов при помощи лучистого обогрева в условиях неотапливаемого свинарника-маточника.

Предмет исследования: закономерности технологического процесса лучистого обогрева для создания теплового комфорта поросят-сосунов в условиях неотапливаемого свинарника-маточника.

Научная новизна основных положений, выносимых на защиту:

1. Обоснованы параметры лучистого обогрева поросят-сосунов в закрытом логове при помощи источника с равномерной плотностью потока излучения.

2. Создан первичный источник теплового излучения с равномерной плотностью теплового потока – низкотемпературный пленочный лучистый электронагреватель, новизна которого подтверждена патентами РФ на полезную модель № 57070, бюл. № 27, 2006 г.; № 76764, бюл. № 27, 2008 г.; патентом РФ на изобретение № 2321188, бюл. № 9, 2008 г.

3. Разработана электрифицированная система теплового комфорта, обеспечивающая температурный режим в соответствии с технологической картой температуры воздуха при выращивании поросят в подсосный период.

Практическая ценность работы. Применение СТК в неотапливаемых свинарниках-маточниках при минимальных затратах электроэнергии позволяет уменьшить падеж поросят, увеличить среднюю массу к 60-му дню жизни до 15–16 кг вместо 12–13 кг, получаемых по традиционным технологиям. Поросята, родившиеся физиологически неполноценными (весом менее 1 кг), не отбрасываются, а откармливаются, и к 30-му дню догоняют остальных по массогабаритным показателям. В результате в конце подсосного периода сохраняется на 2–3 поросенка больше, чем при использовании традиционной технологии.

Апробация работы. Основное содержание исследования доложено и одобрено на ежегодных научно-технических конференциях в Челябинской ГАА (г. Челябинск, 2003–2011 гг.), на конференции молодых ученых в г. Тюмень (2002 г.), на Международной научно-практической конференции «Проблемы развития энергетики в условиях производственных преобразований» (г. Ижевск, 2003 г.), на 3-й Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве» (г. Москва, 2003 г.). СТК была представлена на международных выставках и получила дипломы 1-й, 3-й степени. Разработка удостоена золотой медали на выставке «Золотая осень» (г. Москва, 2010 г.). Система теплового комфорта внедрена:

- в колхозе «Рассвет» Ирбитского района Свердловской области;
- в агрофирме «Калининская» Увельского района Челябинской области;
- на свинокомплексе «Горноуральский» Свердловской области;
- на кафедре производственного обучения Уральской государственной академии ветеринарной медицины (г. Троицк, Челябинская область).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 2 патента РФ на полезную модель, 2 патента РФ на изобретение, одна статья в журнале, рекомендованном ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 186 страницах машинописного текста, содержит 8 таблиц, 60 рисунков и акты внедрения в производство, состоит из введения, 6 глав, выводов, рекомендаций и приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность исследования, поставлена цель работы, показана научная и практическая значимость, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** «Состояние вопроса и задачи исследования» приводится анализ литературных источников по технологиям содержания поросят. Установлено, что высокую эффективность обеспечивают два контура отопления свинарников: контур общего отопления и локальный местный обогрев, который доводит температуру воздуха до технологически необходимой для данного возраста животного.

Однако на практике в настоящее время контур общего отопления ликвидирован из-за высоких цен на топливно-энергетические ресурсы (ТЭР).

Возникла необходимость в оборудовании, которое могло бы обеспечить технологически требуемую температуру для животных при отсутствии в свинарниках-маточниках контура общего отопления, т.е. в неотопливаемых свинарниках-маточниках. При этом все основные функции обогрева поросят выполняются локальным отоплением.

В результате проведенного анализа установлено следующее:

1. Известные технологии и технологические устройства малоэффективны из-за высоких энергозатрат и цен на ТЭР;
2. Необходимо создать малоэнергоёмкие технологии содержания и устройства, обеспечивающие сохранность молодняка и интенсивность его выращивания.

Во **второй главе** «Теоретическое обоснование рациональной системы теплового комфорта для поросят-сосунов в условиях малоотопляемого свинарника-маточника» дано обоснование энергоэффективной СТК, а также ее структура и элементы.

Согласно определению, данному в законе РФ «Об энергосбережении», материальное выражение эффективности использования электроэнергии при выращивании поросят будет иметь вид

$$\mathcal{E}_{\text{рац}} = \frac{M}{W} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где M – максимальное значение массы поросят в кг, полученной в конце подсосного периода, $M = \sum_i M_i$ (i – число поросят);

W – количество электроэнергии, израсходованной на получение данного значения массы поросят.

Решение поставленной задачи осуществляется при следующих ограничениях:

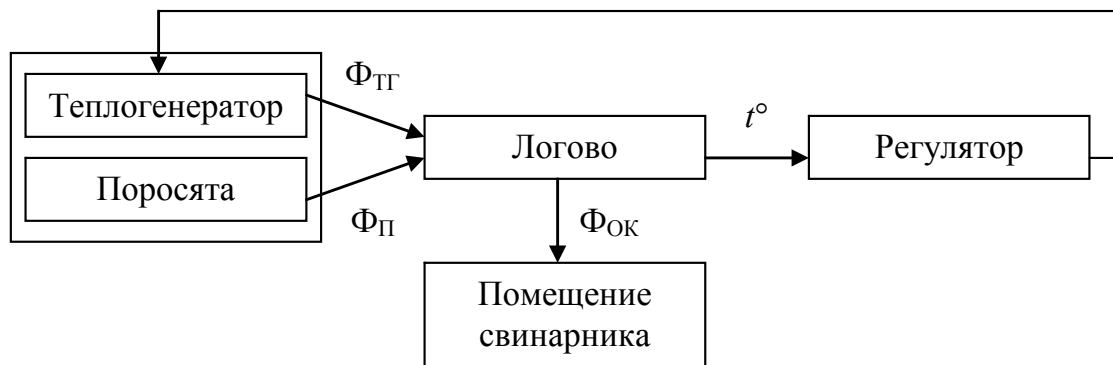
1. Технологические факторы: выбрана наиболее продуктивная порода свиней; применена эффективная технология кормления и содержания поросят;
2. Свинарник неотопляемый (отсутствует контур общего отопления).

Данные допущения позволяют сформулировать энергетическую задачу более точно: создать СТК, обеспечивающую тепловые режимы для поросят в соответствии с технологической картой температуры для подсосного периода при минимальных затратах электроэнергии.

Для определения энергоэффективного способа создания теплового комфорта в логове необходимо изучить характеристики поросенка как объекта обогрева. К ним относятся энергетические,

теплофизические и поведенческие характеристики животного, которые позволяют определить биологически необходимые значения температуры в процессе выращивания поросят-сосунов. При формировании теплового комфорта в СТК необходимо учитывать теплофизические особенности поросят разного возраста.

Для организации рационального энергетического процесса необходимо выявить и оценить потенциал энергосбережения всех мероприятий, реализуемых в процессе создания СТК, которые позволяют создать функциональную энергетическую схему рациональной СТК (рисунок 1).



$\Phi_{ТГ}$ – тепловой поток, создаваемый теплогенератором; $\Phi_{П}$ – поток свободной теплоты, выделяемой поросятами; $\Phi_{ОК}$ – тепловой поток, покидающий логово через ограждающие конструкции; t° – температура воздуха в логове

Рисунок 1 – Функциональная энергетическая схема рациональной СТК

Обзор технических средств для обогрева поросят, приведенный в первой главе, выявил необходимость источников локального обогрева с равномерной плотностью потока излучения.

Для обоснования функциональной энергетической схемы выявлены потенциалы энергосбережения каждого элемента системы теплового комфорта.

Вывод: во второй главе на основании изучения свойств поросят как объектов обогрева и оценки потенциала энергосбережения всех мероприятий, реализуемых в процессе создания СТК, разработана функциональная энергетическая схема СТК для поросят-сосунов в условиях неотопливаемого свиарника-маточника. Обоснована необходимости разработки для системы теплового комфорта источника

тепла, создающего направленный равномерный поток инфракрасного излучения.

В третьей главе «Теоретическое обоснование параметров системы теплового комфорта» производится расчет параметров системы теплового комфорта.

Обогрев новорожденных поросят возможен двумя способами, основанными на разных физических принципах.

Первый способ, наиболее распространенный, основан на нагреве окружающей среды различными источниками тепла.

Второй способ основан на использовании теплового спектра электромагнитного излучения.

Рабочая гипотеза состоит в следующем:

Обогрев поросят ИК-излучением более экономичен, чем обогрев преимущественно конвективный, за счет того, что затрачиваем энергию только на нагревание непрозрачных тел (поросят) и практически не создаем тепловых потоков, которые покидают зону обогрева с теплым воздухом.

Необходимо подобрать параметры нагревателя таким образом, чтобы увеличить долю потока в спектре, приходящуюся на интервал длин волн 3–14 мкм. Тепловое излучение данных длин волн активнее всего поглощается кожным покровом поросят, вызывая приток крови к поверхностным слоям кожи и эритему. Вследствие этого комфортные тепловые условия для поросят наступают быстрее, чем при конвективном обогреве.

Тепловое излучение количественно описывается законами Планка и Стефана-Больцмана.

Закон излучения Стефана-Больцмана устанавливает зависимость плотности потока излучения тела от его температуры.

$$E := \sigma \cdot T^4, \quad (2)$$

где E – плотность потока излучения тела Вт/м²;

T – температура тела, °К;

σ – постоянная Стефана-Больцмана, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$, Вт/м²·К.

Закон излучения Планка устанавливает зависимость спектральной плотности потока излучения тела от температуры и длины волны в спектре излучения.

$$\rho(\lambda, T) := \frac{2 \cdot h \cdot \pi \cdot c^2}{\lambda^5 \cdot \left(\exp\left(\frac{h \cdot c}{\lambda \cdot k \cdot T}\right) - 1 \right)}, \quad (3)$$

где h – постоянная Планка, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$, Дж·с;

k – постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$, Дж/°К;

ρ – спектральная плотность потока излучения, Вт/м³;

λ – длина волны, м;

T – температура, °К;

c – скорость света, м/с.

С помощью этих законов получена зависимость отношения плотности потока излучения, находящегося в диапазоне длин волн от 3 до 14 мкм, к полной плотности потока излучения. Это отношение условно обозначено как «коэффициент полезного действия» (КПД) (4). На рисунке 2 представлена зависимость КПД излучения в зависимости от температуры источника.

$$\eta(T) := \frac{100}{\sigma \cdot T^4} \int_{\lambda_2}^{\lambda_1} 2 \cdot h \cdot \frac{\pi \cdot c^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left(h \cdot \frac{c}{\lambda \cdot k \cdot T}\right) - 1} d\lambda. \quad (4)$$

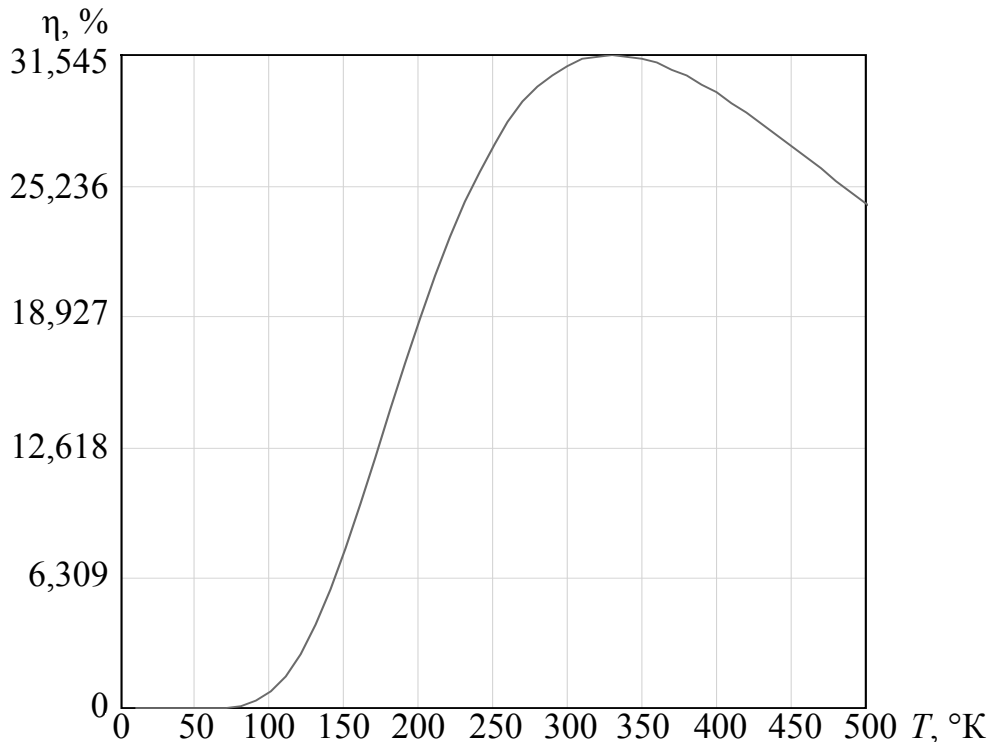


Рисунок 2 – График зависимости КПД нагревателя от температуры

Как видно из графика, максимальное значение КПД приходится на интервал температур 320–323 °К, что соответствует 47–50 °С.

Ниже приведен график зависимости спектральной плотности потока излучения от длины волны для излучающего тела с температурой 318 °К (47 °С).

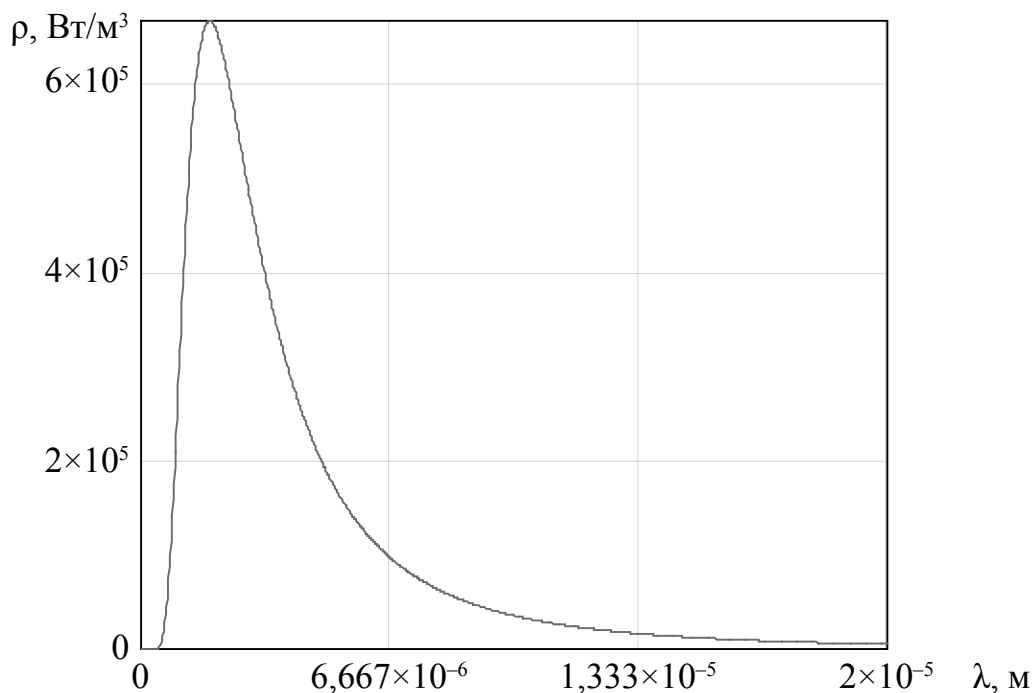


Рисунок 3 – График зависимости спектральной плотности излучения от длины волны при температуре излучателя 47 °С

Для получения эффективного потока излучения в диапазоне длин волн от 3 до 14 мкм разработано устройство, которое обеспечивает максимум потока излучения в указанном диапазоне длин волн. Его конструкция приведена на рисунке 4. Полученное устройство названо пленочный лучистый электронагреватель (ПЛЭН). ПЛЭН выполнен в виде полотна, состоящего из двух слоев полиэтилен-терефталатовой пленки. Между этими слоями расположен ленточный резистивный элемент меандровой формы, изготовленный из прецизионной стали 20НХГ (рисунок 4). На разработанную конструкцию получен патент на полезную модель № 57070.

Пленочный лучистый электронагреватель является основным элементом теплогенератора, конструкция которого приведена на рисунке 5. Теплогенератор монтируется в крышке логова. На конструкцию получен патент РФ на изобретение № 232188.

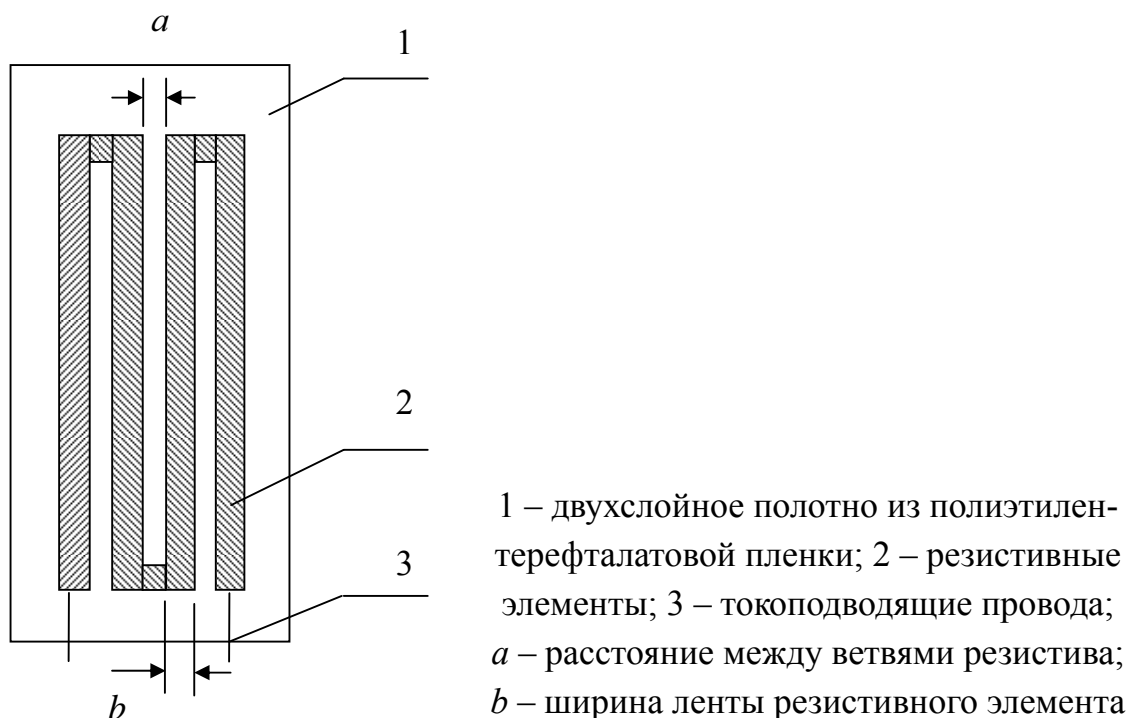
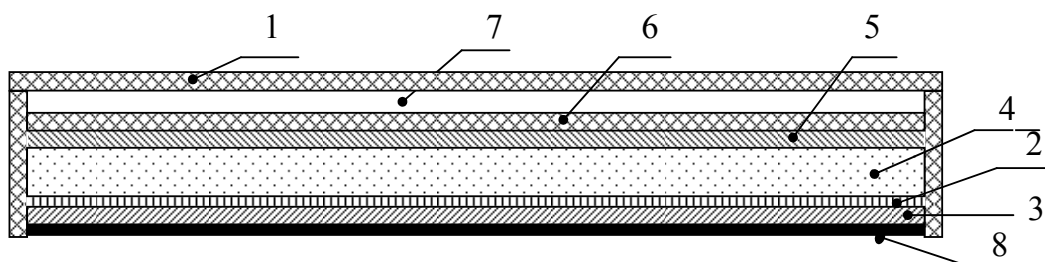


Рисунок 4 – Общий вид пленочного лучистого электронагревателя



1 – каркас крышки логова; 2 – пленочный лучистый электронагреватель; 3 – слой фанеры для крепления электронагревателя; 4 – слой теплоизолятора; 5 – металлический отражатель; 6 – слой фанеры для крепления отражателя; 7 – воздушный слой; 8 – водоотталкивающая пленка

Рисунок 5 – Конструктивная схема теплогенератора

Для оценки мощности излучения ПЛЭН и установленной мощности теплогенератора были учтены следующие условия. В создаваемом логове площадь пола ($0,8 \times 1,5$ м) (минимальная площадь для размещения 12 поросят в конце подсосного периода); высота 0,75 м. Таким образом, принятые габариты полностью удовлетворяют требованиям к логову по общему комфорту для поросят.

С помощью закона Стефана-Больцмана можно оценить мощность теплового излучения. Для этого принимаем температуру (T) поверхности нагревателя 318 °К и степень черноты (ε) поверхности нагревателя 0,35 (полированная поверхность полиэтилен-терефталатовой пленки). Площадь (S) поверхности нагревателя составит 0,9 м² (0,6×1,5 м – размеры теплогенератора, вмонтированного в крышку логова):

$$P = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot S. \quad (5)$$

Согласно выражению (5), мощность излучения составила 183 Вт.

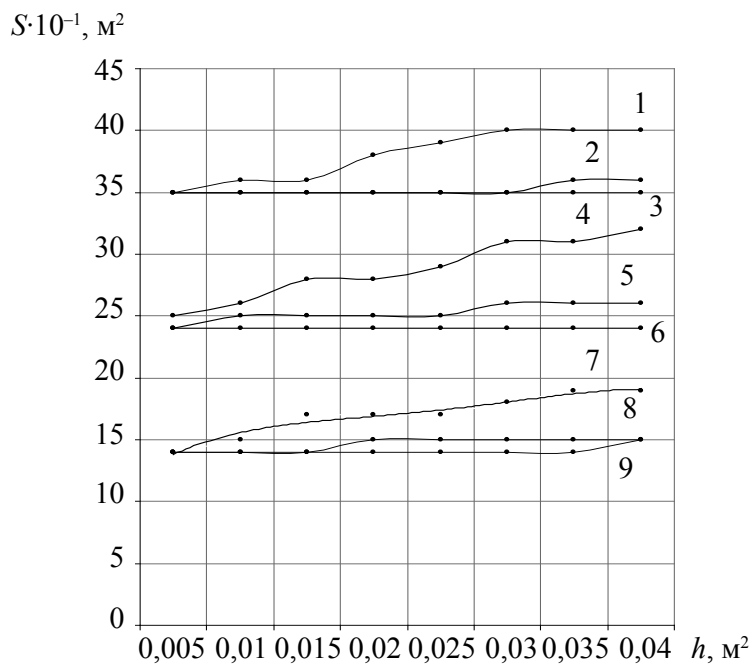
Поток излучения в диапазоне от 3 до 14 мкм должен обеспечить температуру на поверхности пола логова при отсутствии поросят на уровне 32 °С. Такая температура предписана зооветеринарными требованиями в первые дни жизни поросят. Под «зоной гарантированного комфорта» подразумевают площадь поверхности пола логова, нагретую до указанной температуры, достаточную для размещения 12 новорожденных поросят (среднее количество в одном помете свиноматки). В результате теоретических исследований получены зависимости площади зоны гарантированного комфорта от толщины стенок логова при разных значениях мощности пленочного электронагревателя и разных значениях теплопроводности материалов стенок логова (рисунок 6).

Анализ полученных зависимостей позволяет выбрать потребляемую мощность пленочного нагревателя 200 Вт при толщине стенок 5 мм. Сравнение мощности теплового излучения ПЛЭН (183 Вт) и его потребляемой мощности позволяет сделать вывод о высокой эффективности лучистого способа передачи тепла внутри СТК.

Следующим этапом было исследование динамики нагрева и охлаждения логова при выбранных параметрах СТК.

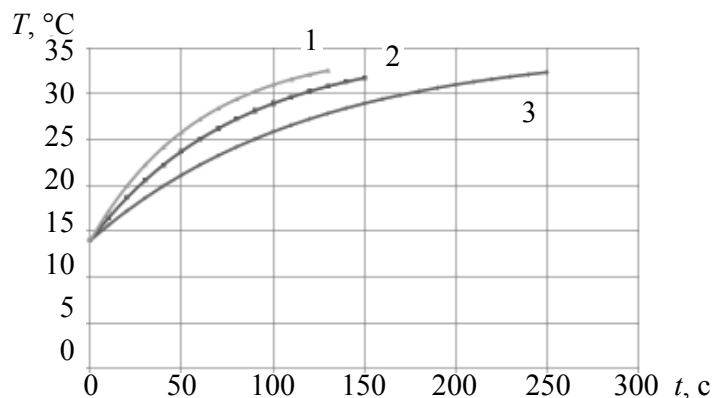
Рассмотрены три варианта процесса «нагрева-охлаждения» воздуха в логове (рисунок 7).

Согласно зоотехническим требованиям, для поросят массой от 5 кг и более температура пола логова может не превышать 22 °С. На рисунке 8 представлена зависимость процесса нагрева и охлаждения пола логова с новорожденными поросятами и поросятами массой 5 кг и более.



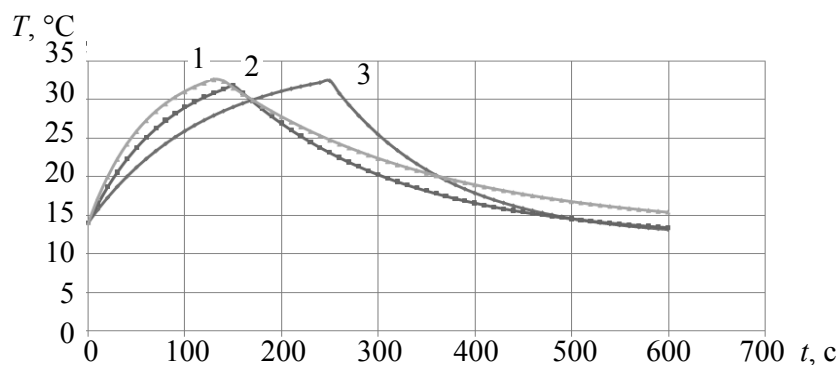
- 1 – $P = 220 \text{ Вт}$, $\lambda = 0,14 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°К})$; 2 – $P = 220 \text{ Вт}$, $\lambda = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°К})$;
 3 – $P = 220 \text{ Вт}$, $\lambda = 0,75 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°К})$; 4 – $P = 200 \text{ Вт}$, $\lambda = 0,14 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°К})$;
 5 – $P = 200 \text{ Вт}$, $\lambda = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°К})$; 6 – $P = 200 \text{ Вт}$, $\lambda = 0,75 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°К})$;
 7 – $P = 180 \text{ Вт}$, $\lambda = 0,14 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°К})$; 8 – $P = 180 \text{ Вт}$, $\lambda = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°К})$;
 9 – $P = 180 \text{ Вт}$, $\lambda = 0,14 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°К})$

Рисунок 6 – Графики зависимости площади «зоны гарантированного комфорта» (S) от мощности пленочного нагревателя (P), толщины (h) и теплопроводности (λ) стенок



- 1 – при отсутствии поросят; 2 – с поросятами массой 5 кг;
 3 – с новорожденными поросятами

Рисунок 7 – Зависимость температуры пола логова от времени работы теплогенератора



1 – без поросят; 2 – при наличии поросят массой 5 кг;
3 – с новорожденными поросятами

Рисунок 8 – График зависимости температуры пола внутри логова от времени работы СТК при разогреве

В четвертой главе «Методика экспериментальных исследований системы теплового комфорта» по стандартным методикам исследованы энергетическая эффективность пленочного лучистого электронагревателя (ПЛЭН) и теплогенератора-крышки, распределение температуры на полу логова, динамика тепловых процессов в логове. Совместно с сотрудниками Уральской государственной академии ветеринарной медицины проводились производственные испытания СТК.

В пятой главе «Результаты экспериментальных исследований системы теплового комфорта» представлены результаты экспериментальных исследований по вышеизложенным методикам. Величина отклонения от средней температуры не превышает 1,5 °C, что соответствует проведенным теоретическим оценкам.

Эффективность использования электрической энергии при применении ПЛЭН в 2,62 раза выше, чем при применении установки локального обогрева на базе лампы ИКЗК-220-250, при этом поросятам обеспечивается полный тепловой комфорт. Результаты исследования поля температур на полу логова изложены на рисунке 9. Из рисунка видно, что теоретические и экспериментальные кривые расходятся с допустимой для расчетов погрешностью.

Совместно с сотрудниками УГАВМ были проведены производственные испытания. Результаты приведены в виде графиков на рисунках 10, 11, 12, 13.

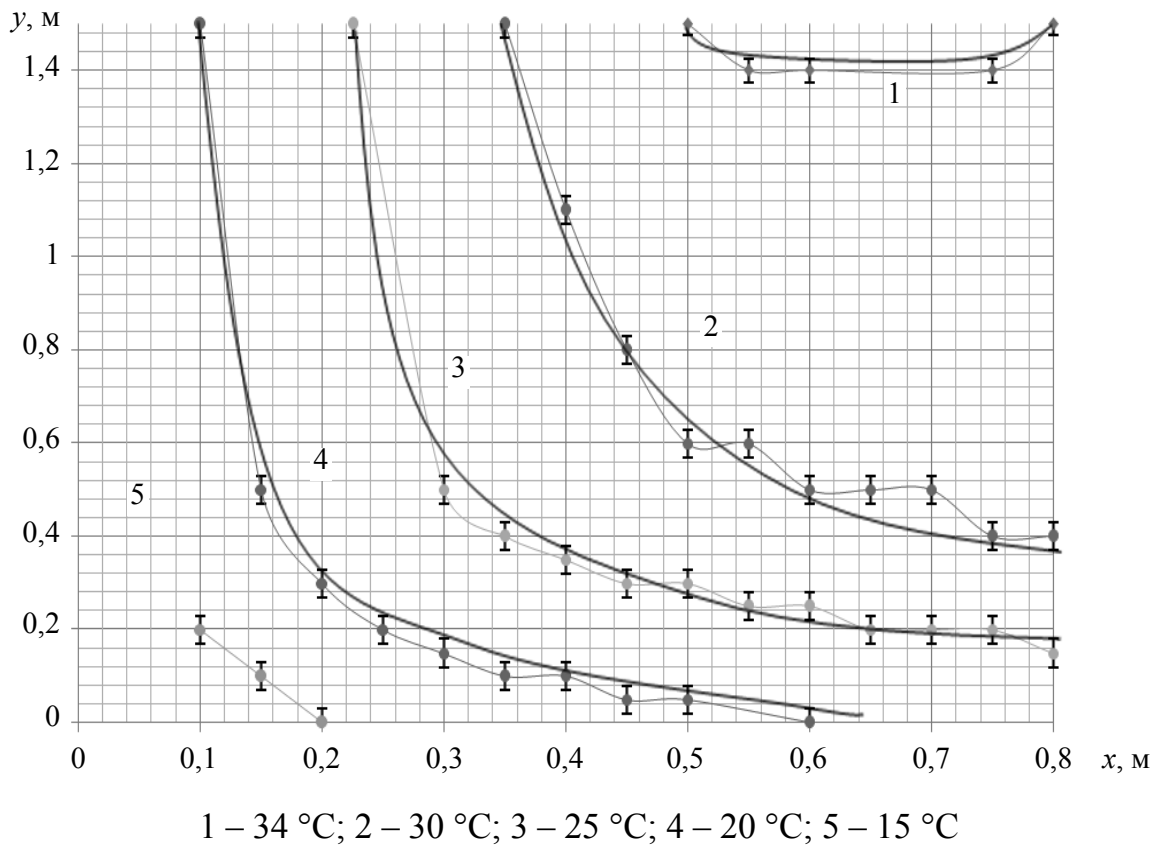
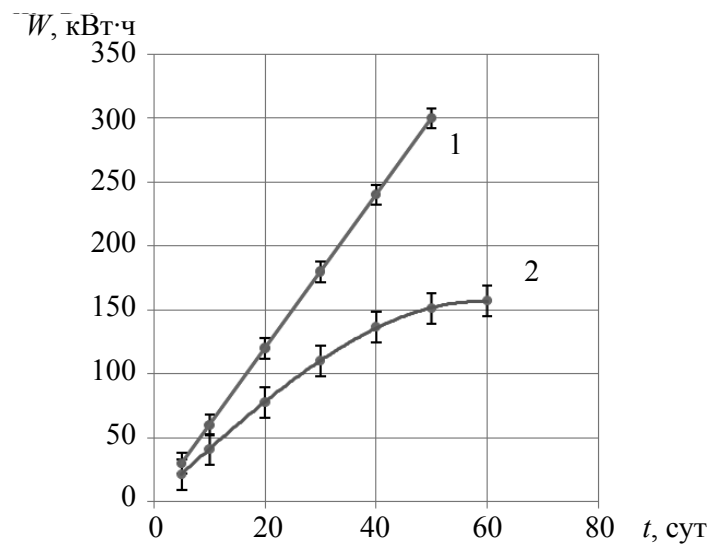


Рисунок 9 – Теоретические и экспериментальные кривые изотерм на полу логова



1 – система обогрева на основе ИК-ламп; 2 – СТК

Рисунок 10 – График расхода электроэнергии от возраста поросят на обогрев одного логова

По графику рисунка 10 видна существенная экономия электроэнергии при использовании СТК по сравнению с традиционной системой обогрева на основе ламп ИКЗК 220–250.

Этот результат подтверждается зависимостью, приведенной на рисунке 11.

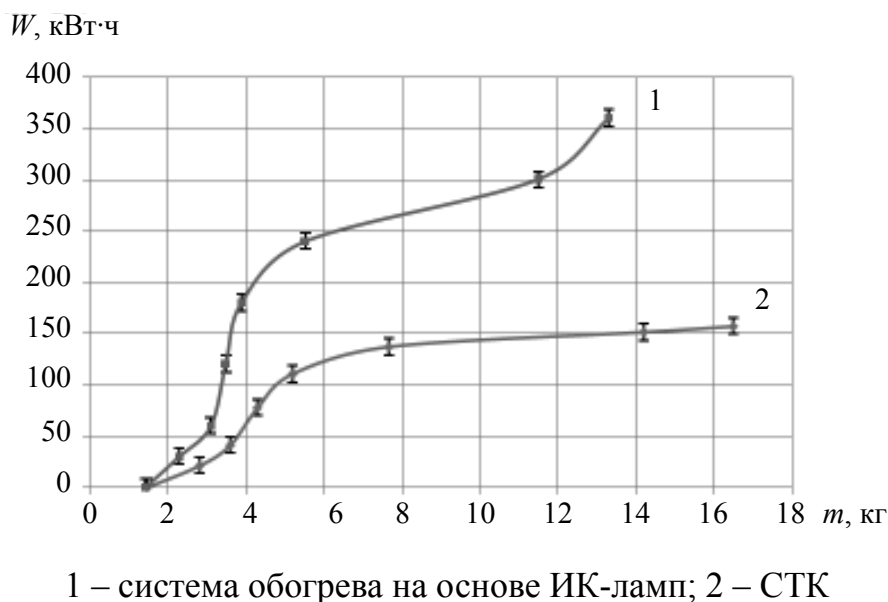


Рисунок 11 – График расхода электроэнергии на обогрев одного логова от массы зрелых поросят

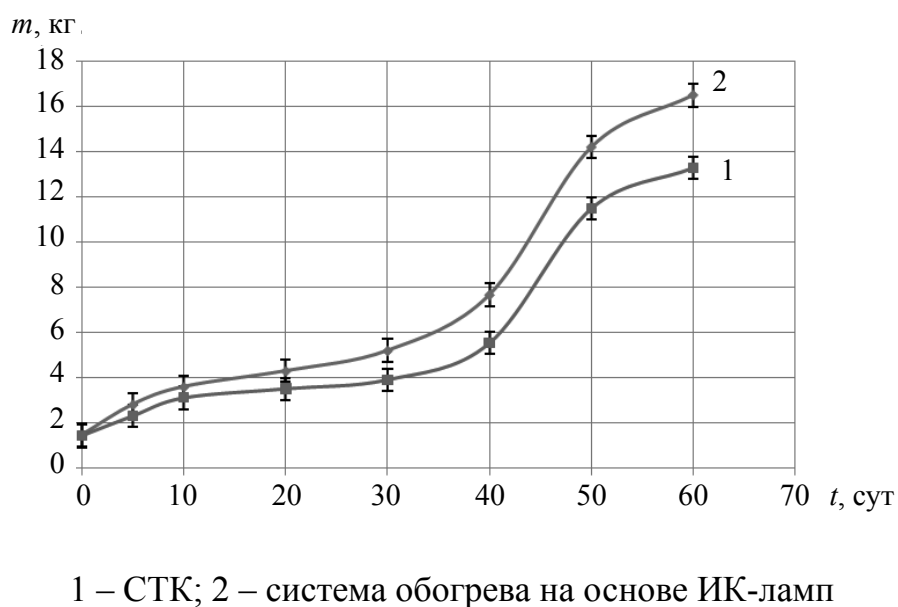
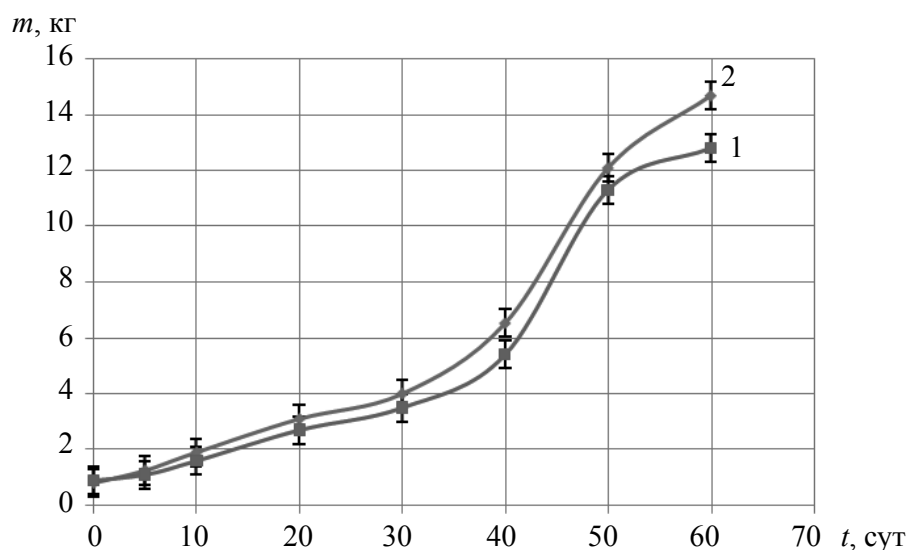


Рисунок 12 – График зависимости массы зрелых поросят от возраста поросят при использовании

Графики зависимости массы зрелых и незрелых поросят от возраста позволяют сделать вывод о том, что использование СТК повышает массу поросенка к концу подсосного периода на 17–18%. Кроме того, при использовании СТК практически полностью отсутствует падеж, что дает возможность сохранить дополнительно 2–3 поросенка одного помета.



1 – СТК; 2 – система обогрева на основе ИК-ламп

Рисунок 13 – График зависимости массы незрелых поросят от возраста при использовании

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы.

1. Физиологически зрелые поросята в логове набрали массу 16,5 кг, а поросята под лампами – 13,3 кг. Разность массы составила 3,2 кг.

2. Физиологически незрелые поросята в логове набрали массу 14,7 кг, а поросята под лампами – 12,8 кг.

3. Физиологически незрелые поросята, находящиеся в логове, догнали по массе физиологически зрелых, находящихся под лампами, а на 30-м дне и далее стали обгонять их. К 60-му дню они обогнали их по массе на 1,4 кг.

4. В ходе эксперимента было выявлено, что эффективность использования электроэнергии установкой на базе лампы ИКЗК 220–250 составляет 0,39 кг/кВт·ч. Исходя из оценки при содержании

поросят подсосного периода в СТК даже в условиях малоотапливаемого свинарника будет затрачено около 120 кВт·ч. Ожидаемая энергетическая эффективность составит 1,17 кг/кВт·ч. Сравнение показывает, что эффективность использования электроэнергии в СТК в 3,1 раза выше в сравнении с ИК-излучателями.

Полученные результаты подтверждены актом энерготехнологических испытаний в условиях свинарника-маточника учебной свинофермы Уральской государственной академии ветеринарной медицины от 12 апреля 2009 г.

В шестой главе «Экономическая оценка применения системы теплового комфорта при выращивании поросят в подсосный период» установлено:

Использование предлагаемой электрифицированной системы теплового комфорта для поросят-сосунов экономически выгодно. При использовании данной системы повышаются привесы, среди поросят практически полностью исключается падеж и снижаются затраты на электроэнергию.

Капитальные затраты на монтаж СТК окупаются за один опорос.

Годовой экономический эффект от применения СТК, равный 13 200 руб., будет получен, если в каждой из пяти групп будет выращено по 10 поросят.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ существующих систем обогрева поросят-сосунов выявил необходимость создания новых систем обогрева.

2. С помощью законов теплового излучения исследован спектр тел, нагретых до различных температур. Установлено, что максимум излучения с длиной волны 3–14 мкм наблюдается при температуре источника 47 °С. Установлено, что практически все излучение длинной волны около 14 мкм поглощается телом поросят, в результате чего они согреваются.

3. Были изготовлены опытные образцы нагревателей с температурой 47–50 °С (новизна подтверждена патентами РФ на полезную

модель № 57070, бюл. № 27, 2006 г.; № 76764, бюл. № 27, 2008 г.; патентом РФ на изобретение № 2321188, бюл. № 9, 2008 г.).

4. Проведены испытания созданной системы теплового комфорта в технологическом цикле выращивания поросят в подсосный период в сравнении с традиционной системой обогрева. В результате осуществлена оценка энергетической эффективности системы на основе данных эксперимента (сравнительный анализ привесов и расхода электроэнергии). Годовой экономический эффект от применения СТК равен 13 200 руб. Капитальные затраты на монтаж СТК окупаются за один опрос.

5. Использование предлагаемой электрифицированной системы теплового комфорта для поросят-сосунов экономически выгодно. При использовании данной системы повышаются привесы, среди поросят практически полностью исключается падеж, снижаются затраты на электроэнергию. Следует заметить, что указанный положительный эффект наблюдался при применении системы в условиях полнокомплектного свинарника, что является основной рекомендацией к использованию СТК. Практика эксплуатации системы теплового комфорта показывает необходимость направить дальнейшие исследования на разработку износостойкого оборудования СТК для промышленных свинарников.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Епишков, Е. Н. Система обогрева поросят-сосунов в минимально отапливаемых помещениях [Текст] / Е. Н. Епишков // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 1. – С. 27.

Публикации в других изданиях

2. Епишков, Е. Н. Высокоэффективная система обеспечения теплового комфорта свинарника-маточника [Текст] / Е. Н. Епишков, Е. Н. Епишков // БИО. – 2003. – № 7. – С. 33–35.

3. Епишков, Е. Н. Методика создания эффективного отопления в свинарнике-маточнике [Текст] / Е. Н. Епишков // Материалы ХLI науч.-техн. конф. ЧГАУ. – Челябинск : ЧГАУ, 2002. – Ч. 2. – С. 182–183.

4. Епишков, Е. Н. Потенциал энергосбережения системы теплового комфорта для поросят-сосунов [Текст] / А. С. Знаев, Е. Н. Епишков // Вестник ЧГАУ. – 2009. – Т. 55. – С. 85–90.

5. Епишков, Е. Н. Принципы создания энергоэффективной системы комфорта для поросят-сосунов [Текст] / Е. Н. Епишков // Материалы XVII науч.-техн. конф. ЧГАА «Достижение науки – агропромышленному производству». – Челябинск : ЧГАУ, 2003. – Ч. 3. – С. 74.

6. Епишков, Е. Н. Пути реализации потенциала энергосбережения свинарника-маточника [Текст] / Е. Н. Епишков // III Международная науч.-техн. конф. «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве». – М. : ВИЭСХ, 2003. – С. 265.

7. Епишков, Е. Н. Формирование зоны гарантированного комфорта для поросят-сосунов в условиях неотапливаемого свинарника-маточника [Текст] / Е. Н. Епишков // Проблема развития энергетики в условиях производственных преобразований : тр. конф. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2003. – Т. 1. – С. 200.

8. Кабанов, И. Д. Энергоэффективная система создания теплового комфорта для поросят-сосунов [Текст] / И. Д. Кабанов, Е. Н. Епишков // Новый взгляд на проблему АПК : тр. конф. – Тюмень : ТГСХА, 2002. – С. 15.

9. Знаев, А. С. Энергоэффективная система теплового комфорта для выращивания поросят-сосунов в условиях неотапливаемого свинарника [Текст] / А. С. Знаев, Е. Н. Епишков // Материалы I междунар. конф. ЧГАА «Достижения науки – агропромышленному производству». – Челябинск : ЧГАА, 2011. – Ч. 5. – С. 159.

Авторские свидетельства, патенты

10. Пат. на изобр. 2321188 Российская Федерация. Пленочный электронагреватель [Текст] / Н. Е. Епишков, Е. Н. Епишков, С. В. Глухов ; заявитель и патентообладатель Н. Е. Епишков. – № 2006142921 ; заявл. 04.12.2006 ; опубл. 27.03.2008.

11. Пат. на изобр. 2337507 Российская Федерация. Способ изготовления плоского резистивного электронагревателя и установка для его осуществления [Текст] / Н. Е. Епишков [и др.] ; заявитель и патентообладатель Н. Е. Епишков, С. В. Глухов. – № 2007126191/09 ; заявл. 09.07.2007 ; опубл. 27.10.2008.

12. Пат. на полезн. модель 57070 Российская Федерация. Пленочный электронагреватель [Текст] / Н. Е. Епишков, Е. Н. Епиш-

ков, С. В. Глухов ; заявитель и патентообладатель Е. Н. Епишков. – № 2006110752 ; заявл. 03.04.2006 ; опубл. 27.09.2006.

13. Пат. на полезн. модель 76764 Российская Федерация. Пленочный электронагреватель [Текст] / Е. Н. Епишков, Н. Е. Епишков, С. В. Глухов ; заявитель и патентообладатель Н. Е. Епишков. – № 2006110752 ; заявл. 03.04.2006 ; опубл. 27.09.2006.

Подписано в печать 08.11.2013 г. Формат 60×84/16
Гарнитура Times. Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 184

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Челябинская государственная агроинженерная академия»
454080, г. Челябинск, пр. им. В. И. Ленина, 75