ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ

На правах рукописи
У.Д.К.: **631.227.2:697.92**

Татьяна Лохвинская

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПТИЦЕВОДЧЕСКОМ ПОМЕЩЕНИИ

255.01 Технологии и технические средства в сельском хозяйстве и региональном развитии

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук

Научный руководитель — Сербин В.И., доктор хабилитат технических наук, профессор

Автор — Лохвинская Т.И.

Кишинев, 2019

UNIVERSITATEA AGRARĂ DE STAT DIN MOLDOVA

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.:**631.227.2:697.92**

Tatiana Lohvinskaia

"OPTIMIZAREA PARAMETRILOR CONSTRUCTIVI ŞI TEHNOLOGICI AI INSTALAȚIEI PENTRU REGLAREA MICROCLIMEI ÎN ADĂPOSTURI AVICOLE"

specialitatea 255.01 (tehnologii şi mijloace tehnice pentru agricultură şi dezvoltarea rurală)

Teză de doctor în tehnică

Conducător ştiinţific: Serbin Vladimir, dr.hab. in tehnică, professor universitar

Autorul LohvinskaiaTatiana

Chişinău, 2019

© Лохвинская Татьяна, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИИ….....7
ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОЗНАЧЕНИЯ..... 10
ВВЕДЕНИЕ…..... 11
1. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ..... .16
1.1 Характеристика природно-климатических условий в зоне выполняемых исследований.....19
1.2 Производственные помещения для выращивания птицы в условиях ограниченного объёма и воздухообмена, основные виды механизированных работ, технологическое оборудование промышленного отечественного птицеводства.....20
1.3 Анализ систем и средств обеспечения требуемого воздухообмена в птичниках Республики Молдова.....22
1.4 Экологические аспекты загрязнения воздуха в помещениях для выращивания птицы и их влияние на физиологическое состояние птицы, условия труда и качество продукции, как реализация программы развития сельскогохозяйства региона.....30
1.5 Системы кондиционирования воздуха в птичнике …..... 33
1.6 Способы обработки воздуха в птичниках на территории региона.....35
1.7 Тепловой, влажностный и газовый балансы воздуха в птичнике ООО «Калиюга Плюс» Дубоссарского района.....36
1.8 Основные направления совершенствования технологии и технические средства для регулирования микроклимата в производственных помещениях длявыращивания птицы..... .41
1.9 Выводы к первой главе…….....43
2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ, РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И ТЕПЛООБМЕНА В ПТИЧНИКАХ... .45
2.1 Анализ динамики состояния вентилируемой атмосферы помещения птичника…….45
2.2 Теоретический анализ теплопередачи при воздухообмене в птичниках 47
2.3Физико-математическая модель теплопередачи и соблюдения влажностного режима в птичниках Дубоссарского района.....54
2.4 Обоснование микроклиматических условий стационарной теплопередачи при фильтрации воздуха в птичнике 56
2.5 Обоснование микроклиматических условий для обеспечения стационарного влажностного режима в птичнике..... 61
2.6 Обоснование методов снижения токсичности.....64
2.7 Выводы к второй главе.....65
3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....67
3.1 Программа исследований.....67
3.2 Разработка опытной лабораторной установки.....67
3.3Методика планирования экспериментальных исследований в лабораторных и производственных условиях 73

3.4 Обработка результатов производственных исследований.....74
3.4.1 Результаты обработки экспериментапо определению критерия оптимизации $\upsilon_ж$ в холодный период года 74
3.4.2 Результаты обработки эксперимента по определению критерия оптимизации $\upsilon_ж$ в переходный период года 76
3.4.3 Результаты обработки эксперимента по определению критерия оптимизации s_υ в холодный период года.....78
3.4.4 Результаты обработки эксперимента по определению критерия оптимизации s_υ в переходный период года.....80
3.5 Обработка результатов лабораторных исследований 82
3.5.1 Анализ результатов эксперимента по определению критерия оптимизации $\upsilon_ж$, ... 82
3.5.2 Анализ результатов эксперимента по определению критерия оптимизации s_υ, ...84
3.5.3 Анализ результатов эксперимента по определению критерия оптимизации St.....86
3.5.4 Анализ результатов эксперимента по определению критерия оптимизации коэффициента расхода тепла η ….....88
3.6 Выводы к третьей главе….....90
4.АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....91
4.1 Результаты лабораторных исследований.....91
4.1.1 Результаты исследований температуры и скорости воздуха по объему опытной лабораторной установки..... .91
4.2 Результаты производственных исследованийбазе птичника ООО «Калиюга Плюс».....94
4.2.1 Результаты исследования режима регулирования влажности воздуха в птичнике, в зависимости от кратности обмена воздуха 95
4.2.2 Результаты исследования параметрических показателей микроклимата в птичникеООО «Калиюга Плюс» 96
4.2.3 Результаты исследования влияния параметрических показателей микроклимата на суточный прирост веса птицы в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс» 100
4.2.4 Результаты исследования влияния показателей микроклимата на продуктивность птицы в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс»..... .103
4.2.5 Результаты исследования влияния показателей микроклимата на режим энергопотребления в птичникеООО «Калиюга Плюс» 108
4.2.6 Результаты исследования равномерности показателеймикроклимата по площади и объему птичника.....111
4.3 Выводы к четвертой главе 113
5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПТИЧНИКАХ ….....115
5.1 Расчет технико-экономической оценки системы создания микроклимата в

птичнике 115
5.2 Расчёт показателей экономической эффективности сравниваемых систем регулирования микроклимата в помещениях птичников.....117
5.3 Выводы к пятой главе.....118
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....119
БИБЛИОГРАФИЯ.....121
ПРИЛОЖЕНИЯ.....137
Приложение1.Тепловой баланс воздуха в птичнике на 15500 голов птицы ООО «Калиюга Плюс» г.Дубоссары.....137
Приложение 2. Влажностный баланс воздуха в птичнике на 15500 голов птицы ООО «Калиюга Плюс» г.Дубоссары.....138
Приложение 3. Расчет значений общего сопротивления теплопередачи $R_в$, требуемого термического сопротивления $R_{04}^{тр}$, целесообразного термического сопротиления R_{04} для климатических условий.....139
Приложение 4. Расчет воздухообмена в помещении птичника в холодный и теплый периоды года.....140
Приложение 5. Результаты измерений микроманометрическими трубками, расчетные значения статического и динамического давлений, площади поперечного сечения и расхода воздуха.....145
Приложение 6. Частотная характеристика.....145
Приложение 7. Значения исследуемых параметров воздуха за период 10.03.2012г... 03.04.2012г. 146
Приложение 8. Результаты исследования схем воздушных потоков в ЗРП в опытой лабораторной установке.....148
Приложение 9. Расчет воздухообмена графоаналитическим методом.....149
Приложение 10. Динамика состояния воздухообмена.....151
Приложение 11. Результаты исследований схемвоздушных потоковв опытной лабораторной установке по периодам года.....152
Приложение 12. Потребление корма птицейхозяйства ООО «Калиюга Плюс» г. Дубоссары 154
Приложение 13. Привес птицы хозяйства ООО «Калиюга Плюс» г. Дубоссары.....155
Приложение 14. Результаты исследований схем воздушных потоков в птичнике Дубоссарского района 156
Приложение 15. Матрица планирования и результаты эксперимента.....157
Приложение 16. Расчет коэффициента расхода теплоты.....158
Приложение 17. Значения коэффициентов квадратичного уравнения 159
Акты о внедрении научных и практических результатов диссертации.....160
ДЕКЛАРАЦИЯ ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ….....163
ОБАВТОРЕ.....164

ADNOTARE

Autor – Lohvinscaia Tatiana. Titlul - ***"Optimizarea parametrilor constructivi şi tehnologici ai instalaţiei pentru reglarea microclimei în adăposturi avicole".*** Teză de doctor în ştiinţe tehnice, Chişinău, 2019. Autor – Lohvinskaia Tatiana.

Structura tezei: introducere; cinci capitole; concluzii; bibliografie care conţine 203 de surse; 17 anexe; 121 de pagini de text de bază; 42 de tabele şi 90 de imagini. În baza rezultatelor studiilor au fost publicate 10 lucrări ştiinţifice.

Cuvinte cheie: Adăpost avicol; Microclimat; Parametri; Schimb de aer; Instalaţie; Reglare; Proces tehnologic; Intensificare; Productivitate.

Scopul tezei: optimizarea parametrilor constructivi şi tehnologici ai instalaţiei pentru reglarea microclimatului, care asigură condiţii favorabile pentru sporirea productivităţii şi integrităţii păsărilor.

Sarcinile lucrării constau în:

- Elaborarea şi argumentarea teoretică a modelului matematic al procesului de transmitere a căldurii şi regimului de umiditate în adăpostul pentru păsări.
- Efectuarea cercetărilor de laborator şi de producere privind optimizarea parametrilor constructivi şi tehnologici ai instalaţiei pentru reglarea microclimatului.
- Studierea influenţei regimurilor de lucru ai instalaţiei pentru reglarea microclimatului asupra productivităţii păsărilor în condiţii de producere.
- Argumentarea tehnico-economică a utilizării instalaţiei de reglare a microclimatului în încăperile fabricilor avicole.

Problema ştiinţifică soluţionată constă în determinarea parametrilor constructivi şi regimurilor de lucru ai instalaţiei pentru reglarea microclimei, care asigură formarea mediului aerian în adăposturile avicole prin intermediul conductelor perforate de aer cu secţiunea variabilă, care asigură reducerea volumului de cheltuieli energetice şi îmbunătăţirea condiţiilor de întreţinere a păsărilor.

Noutatea ştiinţifică a lucrării

- Au fost obţinute dependenţele matematice, care permit optimizarea parametrilor constructivi şi tehnologici ai instalaţiei pentru reglarea microclimatului.
- A fost demonstrată posibilitatea realizării unei productivităţi înalte a păsărilor, folosind sistemul propus de reglare a microclimatului.

Valoarea aplicativă a lucrăriiconstă în elaborarea recomandărilor practice de optimizare a parametrilor instalaţiei pentru reglarea microclimatului în adăposturile pentru păsări, aprobate pentru implementare în gospodăriile avicole ADRIKA mun. Chişinău, Kaliuga Plus din or. Dubăsari.

АННОТАЦИЯ

Автор – Лохвинская Татьяна

Тема: «Оптимизация конструктивных и технологических параметров установки для регулирования микроклимата в птицеводческом помещении». Диссертация на соискание степени доктора технических наук, Кишинев 2019.

Диссертация состоит из: Введения; пяти глав; выводов; библиографии, содержащей 203 источника; 17 приложений; 121 страницы основного текста; 42 таблицы и 90 рисунков. По результатам исследований опубликовано 10 научных работ.

Ключевые слова: Птицеводческое помещение, микроклимат, параметры, воздухообмен, установка, регулирование, технологический процесс, интенсификация, продуктивность.

Цель работы: Оптимизация конструктивных и технологических параметров установки для регулирования микроклимата обеспечивающей благоприятные условия повышения продуктивности и сохранности птицы.

Задачи работы: Разработка и теоретическое обоснование математической модели процесса теплопередачи и влажностного режима в помещении птичника. Проведение лабораторных и производственных исследований по оптимизации конструктивных и технологических параметров установки для регулирования микроклимата. Исследование влияния режимов работы установки для регулирования микроклимата на продуктивность птицы в производственных условиях. Технико-экономическое обоснование применения установки для регулирования микроклимата в птицеводческом помещении.

Решенная научная проблема: Состоит в определении конструктивных параметров и режимов работы установки для регулирования микроклимата путем формирования воздушной среды птицеводческого помещения посредством перфорированных воздуховодов переменного сечения, обеспечивающих снижение энергетических затрат и улучшение условий содержания птицы.

Научная новизна: Получены математические зависимости, позволяющие оптимизировать конструктивные и технологические параметры установки для регулирования микроклимата. Доказана возможность получения высокой продуктивности птицы при использовании предлагаемой установки для регулирования микроклимата.

Теоретическое и прикладное значение: Разработка и внедрение установки для регулирования микроклимата с подачей воздуха в птичник посредством перфорированного воздуховода переменного сечения.

ABSTRACT

Author: Tatiana Lohvinscaia

Title: "Optimization of constructive and technological parameters of the facility for regulation of the microclimate in the poultry house." Doctor of Technical Sciences candidate's thesis, Chisinau 2019.

The dissertation consists of: introduction; Five chapters; Conclusions; Bibliography containing 203 sources, 17 applications; 121 pages of the main text; 42 tables and 90 figures. Based on the results of the research, 10 scientific publications have been published.

Key words: poultry house, microclimate, parameters, air exchange, installation, regulation, technological process, intensification, production, productivity.

Purpose of the theses: Research and development of optimization of constructive and technological parameters of the installation for microclimate regulation providing favorable conditions for increasing the productivity and safety of poultry.

Objectives: Investigation of the effect of microclimate regimes in the poultry house on poultry productivity in the conditions of Kaliyuga Plus LLC, Dubossary. Development of mathematical model of heat transfer and moisture regime. Substantiation of microclimatic conditions of stationary heat transfer during air filtration and humidity regime in a poultry house. Development and implementation of a program and methodology for laboratory and production research to optimize the design and process parameters for regulating the microclimate in a poultry house. Implementation of the feasibility study for the use of technical and technological means for regulating the microclimate in the poultry house.

Solved scientific problem: It consists in determining the design parameters and operating modes of the installation for regulating the microclimate by forming the air environment of the poultry-farming room by means of perforated air ducts of variable cross-section, which reduce energy costs and improve the conditions of the birds.

Scientific novelty: Mathematical dependences are obtained, which allow optimizing the design and technological parameters of the installation for climate control. The thesis provides justification and proof that it is likely to obtain high quality products using the proposed ventilation system in the conditions.

Theoretical and applied value of the thesis consists of development and introduction of a system for climate control with air supply to the house by means of a perforated air duct of variable cross-section.

ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

B - поток влаги, кг/ч;

c - удельная теплоемкость, кДж/ (кг °С);

d - влагосодержание воздуха, г/кг сух. воздуха;

e - упругость водяного пара, ГПа;

g - ускорение свободного падения, м/с^2;

H, h - высота, м;

I- энтальпия воздуха, кДж/кг;

к – аэродинамический коэффициент;

l - длина, м;

L-объемный, массовый расход воздуха, м^3/ч, кг/ч;

G - массовый расход влаги, г/ч;

M - суммарная концентрация вредностей одного вида, г /м^3;

P - давление, Па;

p - парциальное давление пара, мм рт. ст.;

Q - тепловой поток, Вт;

q - удельный тепловой поток, Вт/кг живой массы, Вт/м^2;

R - сопротивление теплопередаче ограждения, м^2 °С/Вт;

$R_п$ - сопротивление паропроницанию слоев до рассматриваемой точки, мг/ (м ч Па);

t - температура воздуха, °С;

v–скорость воздуха, м/с;

W - удельный расход воздуха, кг/ (м^2 ч);

z- время, с; ч, сут;

α - коэффициент теплоотдачи, Вт/ (м^2°С);

λ - коэффициент теплопроводности, Вт/ (м°С);

μ - коэффициент паропроницаемости материала слоя, г/ (м ч ГПа);

$ρ_в$ - плотность воздуха, кг /м^3;

φ - относительная влажность воздуха, %;

χ - относительный коэффициент фильтрационного теплообмена;

f- площадь, м^2;

ЗРП - зона расположения птицы.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Сельское хозяйство Молдавии представляет собой многофункциональную сферу производства, в которой увязано производство продуктов питания, экономика, экология и социальная сфера. Доля пищевой промышленности в Молдове согласно Стратегии развития сельского хозяйства Республики Молдова на 2014…2020 годы составляет 40 % от общего объема промышленности. [1]. Значительная часть сельскохозяйственной продукции (90%) представлена 7 товарами: зерновые, виноград, овощи, фрукты, свинина, молоко и домашняя птица. В период 2014…2017 г.г. доля инвестиций в сельское хозяйство от общего объема инвестиций выросла с 8,5 до 11 %, однако, этого капитала недостаточно для того, чтобы остановить снижение сельскохозяйственных активов. Республика Молдова является нетто-экспортером агропродовольственных товаров, сельское хозяйство которой дает почти половину экспортных доходов страны, однако ее агропродовольственный торговый баланс снижается.

По итогам анализа агропродовольственного сектора Республики Молдова отмечается ряд трудностей, среди которых следует отметить низкий уровень оснащения современными технологиями производства и переработки продовольственной продукции. В ходе перспективного планирования сельскохозяйственного сектора выявлена возможность увеличения спроса на органическую продукцию высокого качества для внутреннего и внешнего рынков Республики Молдова путем модернизации оборудования и изменения условий ее получения. Разработки научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию технологии содержания птицы применительно к зональным условиям центральной зоны Молдовы способствуют решению проблемы искуственного регулирования воздушного режима в производственных помещениях с учетом влияния на формирование микроклимата применяемых технологий, технических средств, вентиляционных, обогревательных установок и других факторов, формирующих микроклимат.

Особенностью процесса выращивания птицы в центральной зоне Молдовы является ее содержание в закрытых птицеводческих помещениях. Научно-исследовательских работ по изучению микроклимата в закрытых птицеводческих помещениях и оптимизации его параметров с учетом природно-климатических условий региона фактически не проводилось и, таким образом, можно говорить о недостаточной изученности данной проблемы.

На актуальность проблемы создания оптимального микроклимата в типовых птицеводческих помещениях в зависимости от зональных особенностей указывается в работах Аликаева В. А. [5], Мотес Э. [129], Закипной Е. В. [65]. Проблема разработки систем и устройств регулирования микроклимата с целью создания и поддержания требуемых технологических

параметров среды в сельскохозяйственных помещениях, снижения их энергоемкости остается актуальной и находится в центре внимания: Старых В.Н [177], Саввиновой М.С. [158], Егиазарова А.Г. [61], Закомырдина А.А. [64], Кирпичниковой И.М. [86], Бодунова А.В. [28], Кириленко Н.С. [84].

На этом пути достигнуты определенные успехи, но в целом до настоящего времени задача не получила должного разрешения как в научно-техническом, так и в практическом плане. Вышеизложенное обусловливает необходимость дополнительных исследований по изучению закономерностей формирования микроклимата в птицеводческих помещениях и выявление влияния воздушного режима помещения на физиологическое состояние и продуктивные качества птицы в условиях центральной зоны Молдовы, где сосредоточено значительное количество хозяйств, в которых птицеводство является одной из ведущих отраслей деятельности.

Вышеуказанные обстоятельства подчеркивают актуальность исследуемой темы и ее значимость для экономики Республики.

Решенная научная проблема: Состоит в определении конструктивных параметров и режимов работы установки для регулирования микроклимата путем формирования воздушной среды птицеводческого помещения посредством перфорированных воздуховодов переменного сечения, обеспечивающих снижение энергетических затрат и улучшение условий содержания птицы.

Цель исследований: Оптимизация конструктивных и технологических параметров установки для регулирования микроклимата обеспечивающей благоприятные условия повышения продуктивности и сохранности птицы.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

Разработка и теоретическое обоснование математической модели процесса теплопередачи и влажностного режима в помещении птичника.

Проведение лабораторных и производственных исследований по оптимизации конструктивных и технологических параметров установки для регулирования микроклимата.

Исследование влияния режимов работы установки для регулирования микроклимата на продуктивность птицы в производственных условиях.

Технико-экономическое обоснование применения установки для регулирования микроклимата в птицеводческом помещении.

Научная новизна. Получены математические зависимости, позволяющие оптимизировать конструктивные и технологические параметры установки для регулирования микроклимата. Доказана возможность получения продукции высокого качества при использовании предлагаемой установки для регулирования микроклимата.

Теоретическая значимость выполненных исследований:

1. Разработана математическая модель тепловлажностных процессов птицеводческого помещения.

2. Выявлены закономерности процесса теплопередачи с детализацией граничных условий.

3. Систематизированы схемы теплообмена конвективных и лучистых тепловых потоков при установившемся тепловом режиме в помещении.

4. Обоснованы микроклиматические условия обеспечения стационарного тепловлажностного и воздушного режима в птичнике.

6. Разработана установка для регулирования микроклимата с подачей воздуха в помещение через перфорированный воздуховод переменного сечения.

Практическая значимость результатов исследований: разработаны практические рекомендации по оптимизации параметров установки для регулирования микроклимата в птичниках принятые для внедрения в птицеводческих хозяйствах ADRIKA мун. Кишинев, Калиюга Плюс г. Дубоссары.

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертации доложены на заседании кафедры «Механизация сельского хозяйства» Государственного Аграрного Университета Молдовы (2015,2016,2017 гг.), на научных конференциях Приднестровского Государственного Университета имени Т.Г. Шевченко (2013, 2014 гг.), Национального исследовательского Московского Государственного Строительного Университета (2015г.), Башкирского Государственного Аграрного Университета (2015г.), Рязанского Государственного Агротехнологического Университета имени П.А. Костычева (2015г.)

По теме диссертации опубликовано 10 научных работ.

Структура и объём диссертации. Диссертация изложена на 164 страницах машинописного текста и состоит из пяти глав, общих выводов и предложений, приложений из 17 таблиц. Библиографический список использованной литературы включает 203 источника, в том числе 4 иностранных. Работа содержит 42 таблиц и 90 рисунков.

Первая глава **«Анализ условий содержания и технических средств для формирования микроклимата в птицеводческих помещениях»** Произведен анализ публикаций и исследований отечественных ученых по исследованиям совершенствования оптимальных параметров микроклимата в птицеводческих помещениях. Анализ научной литературы показал, что вопрос формирования воздушного режима в безоконных птичниках с учетом зональных особенностей недостаточно изучен. Это обусловило необходимость выполнения исследований в данном направлении и внедрить способы усовершенствания технологий и технических средств для регулирования микроклимата в безоконных птичеводческих помещениях

ограниченного объема с напольным содержанием птицы. Рассмотрены экологические аспекты загрязнения воздуха в помещениях для выращивания птицы и их влияние на физиологическое состояние птицы. Определены условия формирования теплового, влажностного и газового балансов в птичниках.

Вторая глава **«Теоретическое обоснование методов снижения токсичности, регулирования воздуха и теплообмена в птичниках»** представляет теоретическийанализ динамики состояния вентилируемой атмосферы и теплопередачи при воздухообмене в помещении птичника. При анализе использованаматематическая модель тепловоздушных процессов в помещении с сосредоточенными параметрами подсистемы «воздух и птица». Ряд допущений в постановке задачитепломассообменных процессов позволил обобщить тепловые характеристики помещения и предложить для исследования тепловой экономичности работы вентиляционного оборудования коэффициент расхода тепла.

Третья глава **«Программа и методика исследований»** излагает конструкцию опытной лабораторной установки, программу и методику экспериментальных исследований в предусматривающих определение зависимости между удельной теплонапряженностью объема рабочей среды опытной лабораторной установки для регулирования микроклиматом в птичнике, температуры и скорости наружного воздуха. В качестве критериев оптимизации приняты величины, характеризующие эффективность работы установки для регулирования микроклимата. Экспериментальные данные обрабатывались методом математической статистики, что позволило достоверно оценить полученные результаты.

Четвертая глава **«Анализ результатов лабораторных и производственных исследований»** рассматривает методику исследований параметров воздушной среды в зоне размещения птицы. Степень использования охлаждающего эффекта приточного воздуха, рациональность размещения приточных и вытяжных устройств по отношению к зоне расположения птицы оценена коэффициентом эффективности воздухообмена.С целью обеспечения эффективного температурного режима и равномерного распределения поступающего воздуха предложена установка для регулированиямикроклиматаптичников с напольным содержанием птицы с подачей наружного воздуха через перфорированный воздуховод переменного сечения.Эффективность работыустановки для регулирования микроклимата оценена коэффициентом расхода тепла.

Пятая глава **«Технико-экономическое обоснование применения технологии и технических средств регулирования микроклимата в птичниках»** произведен расчет технико-экономической оценки установки для регулирования микроклимата в помещении птичника и расчет показателей экономической эффективности внедрения в производство.

Используемое программное обеспечение: текстовый редактор MicrosoftWord 2014, электронные таблицы Microsoft Office Excel 2007, графический редактор AutoCAD 2014, программа подготовки и просмотра призентаций Microsoft Power Point 2016, Stat Graphics 2016, Solid Worcs 2017, 3DSMAX.

1. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

На актуальность проблемы создания оптимальной воздушной среды в птицеводческих помещениях указывается в работах Маркова Ю.М. [115], Байдевлятова А.Б. [10], Бахтина Д.И. [16], Бодрова В.И. [25], Егиазарова А.Г. [61], Бодунова А.В. [28], Пигарева Н.В. [146], Прыгунова Ю.М. [115]. Проблема влияния воздушной среды на продуктивные качества и физиологическое состояние цыплят-бройлеров в различных природно-климатических условиях рассмаривалась в работах Скуя М.А. [170], Саввиновой М.С. [158], Маиляна Э.С. [110], Бронфмана Л.И. [36], Закипной Е. В. [65].

В организме птицы постоянно протекают биохимические процессы, зависящие от температуры окружающей среды. Температура воздуха - наиболее существенный фактор, непосредственно влияющий на физиологическое состояние, продуктивность птицы и использование ею корма. Поэтому, Мотес Э. [129], Мутовин В.И. [120], утверждают - эффективность птицеводства повышается за счет эффективного использования кормов, что в свою очередь неразрывно связано с температурой воздушной среды. Протопопов А.П. [153], в этой связи утверждает, что существенная роль принадлежит механизму терморегуляции, который обеспечивает поддержание температуры тела сельскохозяйственных животных в границах физиологической нормы. Марков Ю.М. [115] указывает, что птица легче переносит жаркую и сухую погоду, чем жаркую и влажную в связи с особенностями ее терморегуляции.

Бахтин Д.И. [16], Божко П.Е. [29], Бронфман Л.И. [36], Буяров В.С. [39], Данилова А.К. [57], Заводов А.В. [62] утверждают, что созданию оптимального микроклимата в птичниках следует уделять большое внимание. Так, при повышении температуры воздуха в пределах 17...27 ℃ отмечается отрицательное влияние на яйценоскость кур-несушек, массу яиц и расход корма. Масловский Н.А. [116] рекомендует температуру воздуха в птичниках с клеточным содержанием кур-несушек поддерживать на уровне 14...17℃, для гибридной птицы – 16...18℃.

Мымрин И.А. [130] определяет оптимальную температуру воздуха в помещении для выращивания бройлеров: в первую неделю - 29,3℃, вторую - 26,7℃, в третью - 23,9℃, в четвертую - 21 ℃. Уровень относительной влажности воздуха в помещении может колебаться в пределах 50...70 %, содержание влаги в подстилке - не более 25...30%. В то же время Буяров В.С. [39] отмечает, что температура воздуха в помещении птичника для выращивания бройлеров во вторую неделю не должна превышать 28℃ при увеличении относительной влажности до 70% и более.

Селянский В.М. [164], Онегов А.П. [137] утверждают, что сухой воздух, относительная влажность которого ниже 50% вызывает испарение влаги с поверхности органов дыхания, кожи, ухудшение роста пера, нарушение минерального обмена и усвоения витаминов. Побочным результатом низкой относительной влажности воздуха в птичниках является повышение запыленности, что, в свою очередь, приводит к возникновению респираторных и вирусных заболеваний. Вопросы очистки воздуха от пыли и бактериальной флоры освящены в трудах Акатова А.А. [3], Бронфмана Л.И. [36], Волкова Г.К. [47], Кирпичниковой И.М. [86].

Сергеев В. А. [168] считает, что комплексное влияние температуры и относительной влажности воздуха приводит к изменению его теплоемкости и теплопроводности, что в свою очередь воздействует на теплорегуляцию и тепловой обмен организма. Коротков Е.Н. [91] утверждает, что в холодный период года возможно снижение относительной влажности воздуха в птичниках до 40%, а в переходные периоды ее увеличение до 75%. В свою очередь Марков Ю.М. [115] отмечает, что сочетание относительной влажности воздуха 60...70% при оптимальной температуре 16...18°С в помещении птичника положительно влияет на естественную резистентность организма и продуктивные качества птицы. Причиной тому является уменьшение испарения влаги органами дыхания птицы вследствие приближенного равенства парциального давление водяных паров воздуха и упругости водяного пара на поверхности слизистых оболочек дыхательных путей птицы. Однако, высокая влажность воздуха в помещении приводит к уменьшению содержания гемоглобина в крови у птицы.

Маилян Э.С. [110] утверждает, что продолжительное нарушение температурно-влажност-ного режима создает стрессовую ситуацию, приводящую к нарушению здоровья птицы и снижению ее продуктивности.

Слюсар П.М. [172] считает, что температура воздуха на уровне пола в помещении для выращивания цыплят не должна превышать 34°С, для регулирования микроклимата предлагается устанавливать два воздушных калорифера на природном газе. В первые 3...5 дней жизни цыплят температуру воздуха должна быть не ниже 32°С. В течении второй недели температура воздуха должна быть не менее 30°С, затем ежедневное уменьшение температуры должно составлять 2°С. Снижение температуры производится до 24 °С. С увеличением массы цыплят и ростом температуры наружного воздуха летом для воздухообмена в птичниках используют нагнетательную и вытяжную системы вентиляции. Горячев О.Н. [91] исследовал вопросы автоматического регулирования параметров работы оборудования животноводческих помещенийприборами, реагирующими на колебания температуры и обеспечивать переход от минимального к максимальному уровню и обратно.

Основной целью оптимизации воздушного режима в птичниках является обеспечение для птиц условий, которые обеспечивают нормальное физиологическое функционирование организма. Создать оптимальный воздушный режим в птичниках возможно только при условии применения рациональных отопительно-вентиляционных систем на базе высокоэффективных технических средств. Исследованиями по оптимизации воздушного режима посредством использования отопительно-вентиляционного оборудования и снижения энергозатрат в условиях его эксплуатации занимались ученые: Мурусидзе Д.Н. [119], Кокорин О.Я. [190], Бобоев С.М. [17]. Для климатических зон с расчетной температурой наружного воздуха +25...-40°С по рекомендациям Короткова Е. Н. [91] и Бахарева В.А., Павлова В.М. [15] представляется следующей схемой: в холодный период года подача наружного воздуха осуществляется в верхнюю зону помещения от тепловентиляционных агрегатов по воздуховодам, расположенных под потолком, в теплый период - через шахты в потолочном перекрытии за счет разряжения, создаваемого механической вытяжной системой вентиляции. В переходный период так же, как и в холодный, и частично через шахты в потолочном перекрытии. Удаляется воздух из нижней зоны помещения осевыми вентиляторами, расположенными в продольных стенах помещения, либо при помощи трехскоростных центробежных вентиляторов по воздуховодам, выполненным герметично из кирпича вдоль наружных стен.

Вопросами формирования рационального микроклимата в животноводческих помещениях как результатом циркуляции вентилируемых воздушных потоков в условиях нестационарного теплового режима занимались Бронфман Л.И. [35], Лебедь А.А. [98], Кавеолис Б.К. [77], Малявина Е.Г. [112], Масловский Н.А. [116].

Вместе с этим Мурусидзе Д.Н. [119], Дубровин А.А. [60] отмечают, что обеспечение требуемого микроклимата является одним из энергоемких технологических процессов. На его долю приходится 40...70 % годового энергопотребления. Самарин В.А. [160], Самарин Г.Н. [159], Фисин В.И. [189], Изаков Ф.Я., Попова С.А. [70], Наумов Р.А. [131], рассматривая вопросы энергообеспечения и энергосбережение в сельском хозяйстве предлагают энергосберегающие технологии формирования микроклимата в животноводческих помещениях. Указывается перспективность применения в промышленном птицеводстве децентрализованных систем микроклимата на базе автоматизированных тепловентиляционных установок с регулируемой теплопроизво-дительностью. Манусовым Е.Г. [114] предложен опыт использования биологической теплоты животных в теплоутилизирующих системах вентиляции животноводческих зданий. Бодуновым А.В. [28], Валовым В.М. [40] рассматривается возможность применения воздухопроницаемых ограждающих конструкций для улучшения условий формирования оптимального микроклимата животноводческих зданий.

Подробное изучение научной, технической литературы по изучению проблем создания оптимальной воздушной среды в птицеводческих помещениях выявило следующую закономерность: исследования по изучению оптимизации конструктивных и технологических параметров оборудования для регулирования микроклимата в типовых безоконных птичниках в различных природно-климатических условиях носят ограниченный характер. Это обусловило необходимость специальных исследований по изучению закономерностей формирования микроклиматав птицеводческих помещениях и выявление влияния воздушного режима помещения на физиологическое состояние и продуктивные качества птицы в условиях южной зоны Молдовы, где сосредоточено значительное количество хозяйств, в которых птицеводство является одной из ведущих отраслей деятельности. Данным обстоятельством объясняется актуальность темы и направление данного научного исследования.

1.1. Характеристика природно-климатических условий в зоне выполняемых исследований

Исследуемые нами объекты птицеводческих предприятий расположены на территории Дубоссарского и Григориопольского районов, вдоль левого берега реки Днестр. Территория районов расположена в зоне умеренно-континентального климата.

Средняя годовая температура воздуха в регионе составляет +10,2ºС. Зимний период характеризуется мягкой, малоснежной зимой, с частыми оттепелями. Самый холодный месяц январь (средняя температура января 3,7ºС). При проникновении с севера арктического ветра температура снижается до 26…–28ºС. Среднемесячная температура почвы на глубине пахотного слоя положительная или около 0 ºС, однако при отсутствии снежного покрова промерзает до 100 см. Снежный покров появляется в конце ноября или начале декабря и лишь в 10% зим снежный покров достигает 20…30 см. В течение зимы выпадает 100…140 мм осадков, что составляет около 20% годовых.

Лето сухое, жаркое. Самый жаркий месяц июль. Средняя температура июля +26 ºС. Лишь 10 дней в году температура подымается выше +35ºС. Средняя годовая продолжительность солнечного сияния 2213 ч.Отсутствие осадков в продолжительный период времени приводит к возникновению засухи, которая длится до 70 дней и наблюдается один раз в 6…7 лет. Средний уровень относительной влажности за летние месяцы находится на уровне 66,4…72,2%, среднегодовая скорость ветра 1,9…2,0м/с.Времена года выражены достаточно четко. Весна наступает в средине марта, лето в конце мая. Зимний период наступает в средине ноября. Продолжительность дня в июне составляет 16...17 ч., солнце поднимается до 65° над горизонтом. В декабре день уменьшается до 7…8ч., высота подъема солнца над горизонтом 18…20°. Число дней с осадками 0,1 мм и более составляет 122, годовое количество осадков 459...638 мм.

1.2. Производственные помещения для выращивания птицы в условиях ограниченного объема и воздухообмена, основные виды механизированных работ, технологическое оборудование промышленного отечественного птицеводства

В современном промышленном отечественном и зарубежном птицеводстве используются клеточный и напольный способы содержания птицы. Характер технического оснащения птицеводческих предприятий обуславливается концентрацией производства, мощностью объекта, вместимостью зданий и их строительной спецификой. Способ выращивания птицы предопределяет выбор средств механизации и оборудования [101].

Клеточная технология способствует устранению сезонности в производстве, увеличению плотности посадки, высокому обороту продукции. Ежегодный выход мяса при клеточном содержании составляет 380 кг/м^2. Наряду с санитарно-гигиеническом благополучием способа содержания отмечается высокая стоимость оборудования, опасность возникновения травмирования, наминов, дешевая категория мяса травмированной птицы, дефекты скорлупы.

Напольное содержание предусматривает качественные показатели мяса: свобода движенияисключает предрасположенность к ожирению, возникновению наминов и появлению в мышцах водянистых прослоек. Австрия, Дания, Нидерланды и Канада используют напольное содержание птицы из соображений обеспечения гуманного к ней отношения. Однако, при напольном содержании возрастает частота возникновения птичьего гриппа, передаваемого через подстилку.

В центральной зоне Молдовы применяют следующие схемы организации воздухообмена в помещении птичников:

1. Классическая схема вентиляции птичника.
2. Тоннельная вентиляции птичника, применение которой позволяет избежать зон со скоростью движения потока ниже предельно допустимой.
3. Смешанная схема вентиляции для птичников с высокой плотностью посадки.

Сельскохозяйственные производственные помещения для выращивания птицына территории Молдовы представляют собой отдельно стоящие на расстоянии 15 метров друг от друга одноэтажные здания с двускатной крышей. Основной способ содержания промышленного стада в птицеводческом хозяйстве ООО «Калиюга Плюс» г. Дубоссары – напольноена несменяемой подстилке. Размеры зданий– 48 х 18 х 6 метров. Слой подстилки 7...10 сантиметров, влажностькоторой не превышает 25%, закладывают перед посадкой птицы, периодически добавляя ее в процессе содержания птицы. Подстилка не сухая, не пыльная, без содержания патогенной, бактериальной и грибковой микрофлоры.

Необходимый объем корма 350...900 грамм в цепной линии кормления регулируется зазором между поддоном кормушки и стаканом, подающим корм. При содержании птицы продуктивного периода нормаосвещенности 15 люкс достигается применением ламп накаливания, расположенных равномерно из расчета 4 Вт/м^2, продолжительность светового дня 15…17 часов. Из 14 птичников хозяйства ООО «Калиюга Плюс» два птичника переводятся на клеточное содержание.

В птицеводческом хозяйстве «Пиазис» Григориопольского района при реконструкции птичников внедрено клеточное содержание птицы. Клеточные батареи хозяйства оснащены навесным бункерным кормораздатчиком со шнековым дозатором; ленточным конвейером пометоудаления из полипропиленовой ленты; микрочашечной системой поения с узлом водоподготовки. Способ содержания птицы в птицеводческих хозяйствах «Анина» г. Бендеры, ООО «Росиникс» г. Бендеры, ООО «Агропроект» г. Бендеры – напольное на несминаемой подстилке.

В развитых птицеводческих странах поголовье бройлеров, включая родительское стадо, содержится на полу на мягкой подстилке. В последние годы под давлением партии "зеленых" в странах Западной Европы выработаны новые требования к содержанию птицы, которые предусматривает свободное содержание птицы с наличием выгула. Швейцария полностью перешла на бесклеточное содержание птицы, что, в свою очередь, привело к значительному удорожанию продукции.

Основные виды механизированных работ, технологическое оборудование для напольного содержания: оборудование "Промышленный-ПЦ" для птичников шириной 18 метров: пометные короба, линии кормушек, поилок, насестов, помето-уборочные устройства с продольными и поперечными скребковыми транспортерами. Корпуса птичников оборудованы системой ниппельного поения «Бигманн». Температура воды для поения 22...24 ^{0}С, качество воды соответствует ГОСТ 31942-2012. Для выращивания ремонтного молодняка кур в возрасте 1...140 дней без пересадки применяются клеточные батареи БГО-140 и КБУ-3, для откорма петушков на мясо КБМ-2, для выращивания бройлеров БКМ-3Б, КБУ-3. Для транспортировки комбикормов используются загрузчики ЗСК-10 (ССК-10), подающие корм в наружный бункер БСК-10. Сухие корма из бункера-хранилища БСК-10 по наклонному и горизонтальному транспортерам поступают в бункера-дозаторы. Для измельчения фуражного зерна нормальной и повышенной влажности, грубых кормов и початков кукурузы в муку применяется молотковая дробилка ДКМ-5. Помет удаляется от птичников к местам хранения мобильным транспортом: автосамосвалами, тракторными прицепами 2-ПТС-4, ММЗ-77. Для

перевозки и разгрузки контейнеров в поле применяют прицепы 1-ПТС-9, 3-ПТС-12. Техническая характеристика: производительность 10 т/ч, высота подъема 5 м, установленная мощность электродвигателя 3 кВт.

1.3. Анализ систем и средств обеспечения требуемого воздухообмена в птичниках Республики Молдова

В промышленном птицеводстве Республики Молдова наибольшее распространение получила искусственная вентиляция, при которой в помещении создается избыточное давление за счет нагнетания воздуха извне [100].

Установка для регулирования микроклимата состоит из двух автономных вентиляционных установок равной производительности, что обеспечивает плавное регулирование подачи воздуха. Приточная состоит из центробежных вентиляторов, которые подают наружный воздух через приточные клапаны в помещение птичника. Вытяжная - из осевых низконапорных вентиляторов, устанавливаемых в проемах продольных стен птичника. Для согласования производительности вытяжной и приточной вентиляции в крыше птичника установлены приточные шахты с регулируемыми заслонками. Необходимый воздухообмен для поддержания допустимых значений концентрации углекислого газа и влажности 0,8...1 м³/ч., скорость воздуха 2...2,5 м/с по всей длине птичника. Максимальный воздухообмен 0,6...0,9 $м^3$ /кг живого веса. При таких условиях воздушный поток создает эффект охлаждения, что снижает эффективную температуру на 5...7 ºС. Скорость воздуха 0,5 м/с вызвает переохлаждение птицы, поэтому режим работы установки необходимо регулировать в зависимости от возраста птицы, времени суток и года. Оптимальные параметры микроклимата в птичнике способствуют полной реализации генетического потенциала птицы, профилактике заболеваний, повышению естественной резистентности, удлинению сроков службы построек и установленного оборудования. Обеспечение оптимального воздухообмена достигается за счет научно обоснованных значений формирующих его факторов наружной среды.

В процессе исследования факторов, влияющих на воздухообмен, были проанализированы среднесуточные значения дневной и ночнойтемпературы наружного воздуха с июня по сентябрь по Дубоссарскому району (рис. 1.1). Исследования показали, что в течении исследуемого летнего периода фактическая дневная пиковая температура колеблется в пределах 32,7…29,1°С, фактическая ночная пиковая температура колеблется в пределах 28,1…25,8 °С. При обобщении результатов температурных изменений нами установлены фактические амплитуды отклонений средней температуры воздуха: в 2010 году – 5,1°С; в 2011 году –3,5°С; в 2012 году – 4,5°С; в 2013 году – 6,8°С; в 2014 году – 3,8°С (рис. 1.2).

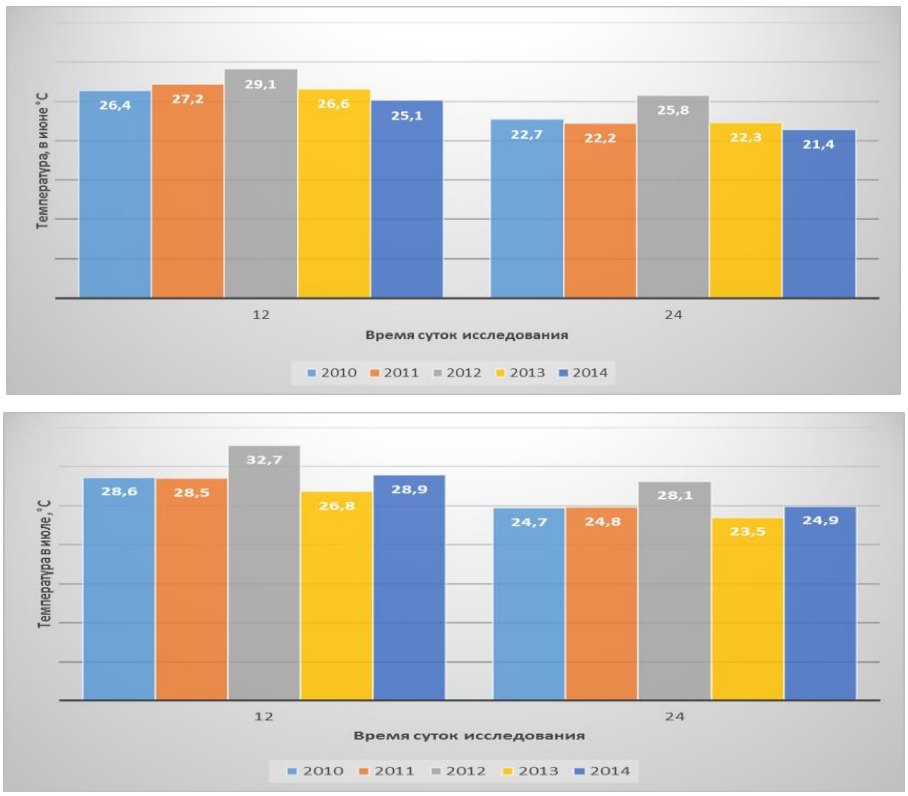


Рис.1.1. Значения дневных и ночных температур воздуха по Дубоссарскому району.

Нами установлено,что район исследований является климатическим районом с высокими среднегодовыми значениями наружной температуры воздуха – пиковая дневная температура не превышает +35°С в течение не более 3 часов в сутки на протяжении 5...10 дней в году. На основании этого нами был сделан следующий вывод: с целью обеспечения эффективного

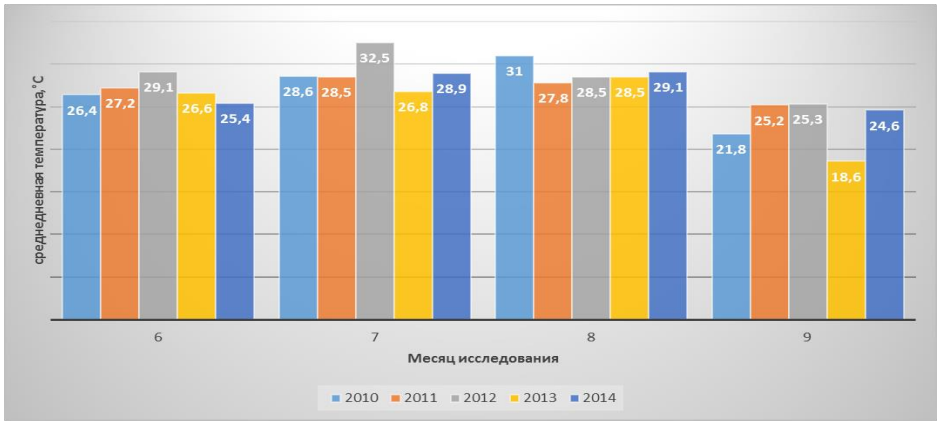


Рис.1.2. Амплитуда отклонений наружной температуры воздуха.

температурного контроля и равномерного распределения, поступающего в помещение воздухаптицеводческие помещениядолжны оснащены установками для регулирования микроклимата закрытого типа отрицательного давления: воздух, удаляется из птичника, создавая разрежение внутри птичника, пассивно засасывая наружный воздух в помещение (рис.1.3).

Ведущие производители оборудования рекомендуют состав комплектов оборудования (табл.1.1.) для птицеводства («Big Dutchman» (Германия), «Skov A/S» (Дания), «VDL Agro-

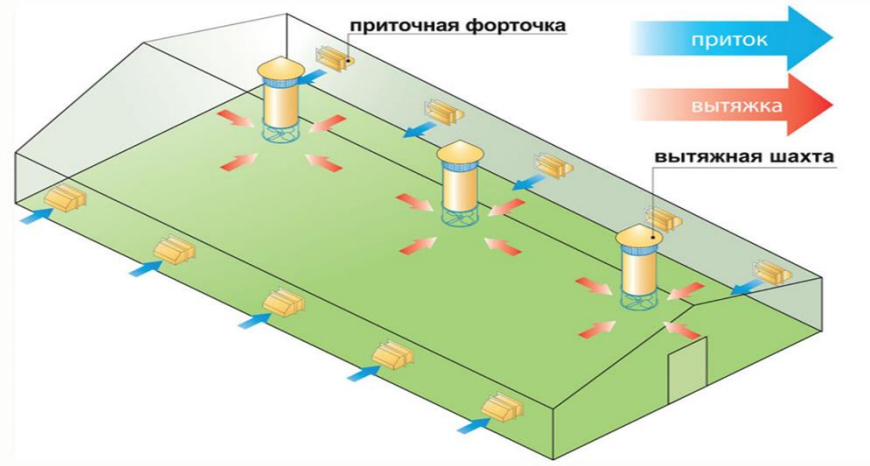


Рис.1.3. Схема организации разряжения в установке для регулирования микроклимата закрытого типа отрицательного давления.

tech» (Голландия) [102]) для обеспечения оптимальных параметров микроклимата в птичниках. Однако, в существующих условиях экономических затруднений обеспечить создание оптимального воздушного режима в птицеводческих помещениях можно путем применения отопительно-вентиляционного оборудования отечественного производителяосевых вентиляторов ВО-Ф-5,6А и ВО-Ф-7ДЛ, тепловентиляторов ТВ, теплогенераторов ТГ-1,5, ТГ-2,5М, ТГЛ-250, СР-75, ОР-18/80, агрегатов «Климат 2», «Климат 3», «Климат 45М», «Климат 47М» /39, 66, 104.

На сегодняшний день в исследуемых птицеводческих помещениях района в зимний период года применяют воздушное отопление. В качестве генераторов тепла используют калориферы: водяные (КФБ, КФС), электрические (ОКБ, СФОЦ). При этом преимущества имеют автоматизированные механические системы, работа которых не зависит от внешних метеорологических условий. Естественная система обеспечиваетоптимальный воздушный режим только при разности температур воздуха внутри иснаружи помещения не менее чем в 5…10 °С [102].

Быстро растущие кроссы птицы нуждаются в значительных объёмах свежего, свободного от пыли и патогенной флоры воздуха, оптимальной температуре и влажности [170,173]. По исследованиям ученых и технологов в отрасли птицеводства Агеева В.Н., Асрияна М.А. [2], АлексееваФ.Ф. [4], Бронфмана Л.И. [35] продуктивность птицына 50…60 % определяется количеством кормов, на 15…20 % – содержанием и уходом за птицей и на 10…30 % – качеством микроклимата в помещении. Отклонение параметров микроклимата от установленных пределов приводит к сокращению прироста живой массы на 20…33 %, увеличению отхода молодняка до 5…40 %, снижению яйценоскости кур на 30…35 %, расходу дополнительного количества кормов, сокращению срока службы технологического оборудования, зданий,

Таблица 1.1 Состав комплектов оборудования систем вентиляции

Наименование фирмы	Устройства по забору воздуха	Устройства для удаления воздуха	Исполнительные механизмы	Отопление	Охлаждение и увлажнение	Приборы автоматики
«Big Dutchman» (Германия)	Настенные подпружиненные вентили CL 1200 («Big Dutchman», Германия)	Центробежный вентилятор «Air Master» («Skov», Дания); осевой вентилятор с рамой(«Skov», Дания)	Двигатель CL 75 («Skov», Дания); тросовая система управления положением заслонок вентилей	Инфракрасные газовые брудеры; газовые теплогенераторы («Jet Master» Голландия);	Оборудование Pad cooling и Fogging cooling («Lubing», Германия)	Компьютер MC 36 («Lubing», Германия);
«Skov» (Дания)	Настенные DA 1200 подпружи-ненные форточки с регулируемыми жалюзи;	Вентиляторы DA1400	DA 75 - серия двигателей, предназначенных для перемещения и жесткой фиксации в нужном положении створок форточек;	Газовые и инфракрасные брудеры, газовые теплогенераторы AGA111 («Thermobile», Голландия);	Оборудование Fogging cooling («Skov», Дания)	Климатический компьютер DOL34H в совокупности с контрол-лером аварийной вентиляции DOL78T;
«VDL Agrotech» (Голландия)	Форточки с двойной системой забора воздуха («VDL Agrotech», Голландия);	Вентиляторы VDL с защитной решеткой с одной стороны и заслонкой с запатентованной системой открывания («VDL Agrotech», Голландия)	Центральная электролебедка с двигателем, управляемым климат-компьютером («VDL Agrotech», Голландия)	Газовые генераторы GP с циркуляционными вентиляторами («Ermaf», Голландия)	Система Pad Cooling («VDL Agrotech», Голландия); система Fogging Cooling («Impex», Голланди)	Устройство климат-контроля («VDL Agrotech» и «Micro-fan», Голландия)

снижению устойчивости птицы к заболеваниям [81,2,30,172,198]. На примере статистических данных за 2009…2013г.г. по птицеводскому хозяйству ООО «Росиникс» г. Бендеры нами проанализированы следующие показатели (табл.1.2) [100]. Прирост поголовья птицы значи тельно уменьшился в 2010 году вследствие возникновения респираторных заболева-

Таблица 1.2 Динамика поголовья птицы в птицеводческом хозяйстве ООО «Росиникс» за период 2009…2013 гг

Сведения о поголовье	Годы				
	2009	2010	2011	2012	2013
Получено прироста,ц	6718,4	3509,0	2773,0	3080,6	466,2
Вес павшего молодняка, ц	120,5	73,1	19,78	41,0	39,9
Прирост/падеж,%	1,79	2,08	0,7	1,33	8,55

ний дисциркуляторного и инфекционного характера. Причина заболеваний - выявленный факт увеличения содержания аммиакадо 22…22,5 мг/л, запыленности воздуха 4,5 мл/м^3. Руководство хозяйства испытывая финансовые затруднения не придавало значения качеству воздуха в птичнике. Некачественные условия содержания провоцировали развитие патологических состояний, вызванных тепловым стрессом птицы. Недооценка неразрывной связи двух понятий «микроклимат» и «стресс» привел к падению прироста птицы.

Таблица 1.3 Нормативные значения температуры и влажности внутреннего воздуха в производственных помещениях для содержания птицы

Вид и возрастная группа птицы	**Оптимальная температура в холодный период года, °С**			**Оптимальная относительная влажность, %**
	напольное содержание		**клеточное содержание**	
	в помещении	**под брудером**		
Взрослая птица				
Куры	16...18	-	16…18	60...70
Молодняк птицы (Ремонтный молодняк кур в возрасте, недели)				
1...4	24…28	24...35	24…33	60...70
6…17	20…22	-	20…22	60…70
Молодняк птицы (Цыплята-бройлеры, крупные мясные цыплята в возрасте, недели)				
1	26…28	30...35	28...32	65…70
2...3	22	26…29	24…25	65...70
4…6	20	-	20	65…70
7…10	18	-	18	60…70

Установлено [2,4,115,162,189], что температура воздуха в помещении обеспечивает равновесие между теплообразованием и теплоотдачей (находится в зоне термической нейтральности). Диапазон изменения температуры и относительной влажности и скоровти воздуха (табл.1.3,1.4) обеспечивают необходимые условия протекания обмена веществ в организме [137]. Температура тела курицы 40,5...42,5°С [2,164], верхняя критическая температура 45...45,5°С [2,122].

В условиях повышения температуры увеличение скорости воздуха до 2,0...2,5 м/с способствует улучшению физиологического состояния птицы.

Таблица1.4 Скорость движения воздуха в птичниках

Птичники	Скорость движения воздуха v,м/с					
	Тёплый период года			Холодный период года		
	Мин.	Опт.	Макс.	Мин.	Опт.	Макс.
Для кур	0,3	0,6	1,0	0,2	0,3	0,6
Для молодняка	0,2	0,4	0,6	0,1	0,2	0,5

В воздухе, на поверхностях птичникаприсутствует микрофлора, состоящие из бактерий группы кишечной палочки, стафилококков и стрептококков (табл 1.5) [137], они являются санитарно-показательными микроорганизмами [33,162].

Таблица 1.5 Предельно-допустимая концентрация вредных газов и пыли

Группа птицы	Значения предельно допустимой концентрации			
	углекислого газа, %	аммиака, мг/м^3	сероводорода, мг/м^3	пыли, мг/м
Птица	0,25	15	5	1...5

Предельно допустимая концентрация микроорганизмов для взрослой птицы должна быть 250 тыс. бактериальных клеток в 1 м^3; для молодняка птицы в возрасте 1...4 недель – 30 тыс. бактериальных клеток в 1 м^3, в возрасте 5...9 недель – 50 тыс. бактериальных клеток

Таблица 1.6 Содержание микроорганизмов в воздухе птицеводческих помещений

Наименование помещений	Количество микробных тел в 1 м^3 воздуха, тыс.
Для кур	До 220
Для цыплят в возрасте 1…30 дней	До 120
Для цыплят в возрасте 31…60 дней	До 150
Для цыплят в возрасте 61…150 дней	До 180

в 1 м^3, в возрасте 10...14 недель – 100 тыс. бактериальных клеток в 1 м^3, в возрасте 15...22 недель – 150 тыс. бактериальных клеток в 1 м^3 [137] (табл. 1.6).

Исследования Бабаханова Ю.М. [9], Бодрова В.И. [25,26], Бронфмана Л.И [35,36] Егиазарова А.Г. [61], Короткова Е.Н. [91], Мотеса Э. [129] доказывают: основная цель вентиляции достигается организацией воздухообмена в зоне расположения птицы. В птицеводческих помещениях применяют различные типы систем вентиляции: крышная; поперечная (стенная); продольная (торцевая); тоннельная; системы с интегрированной сушкой помета (рис. 1.4) [8,9,41]. Отличительная их особенность – отсутствие универсальной системы [107].

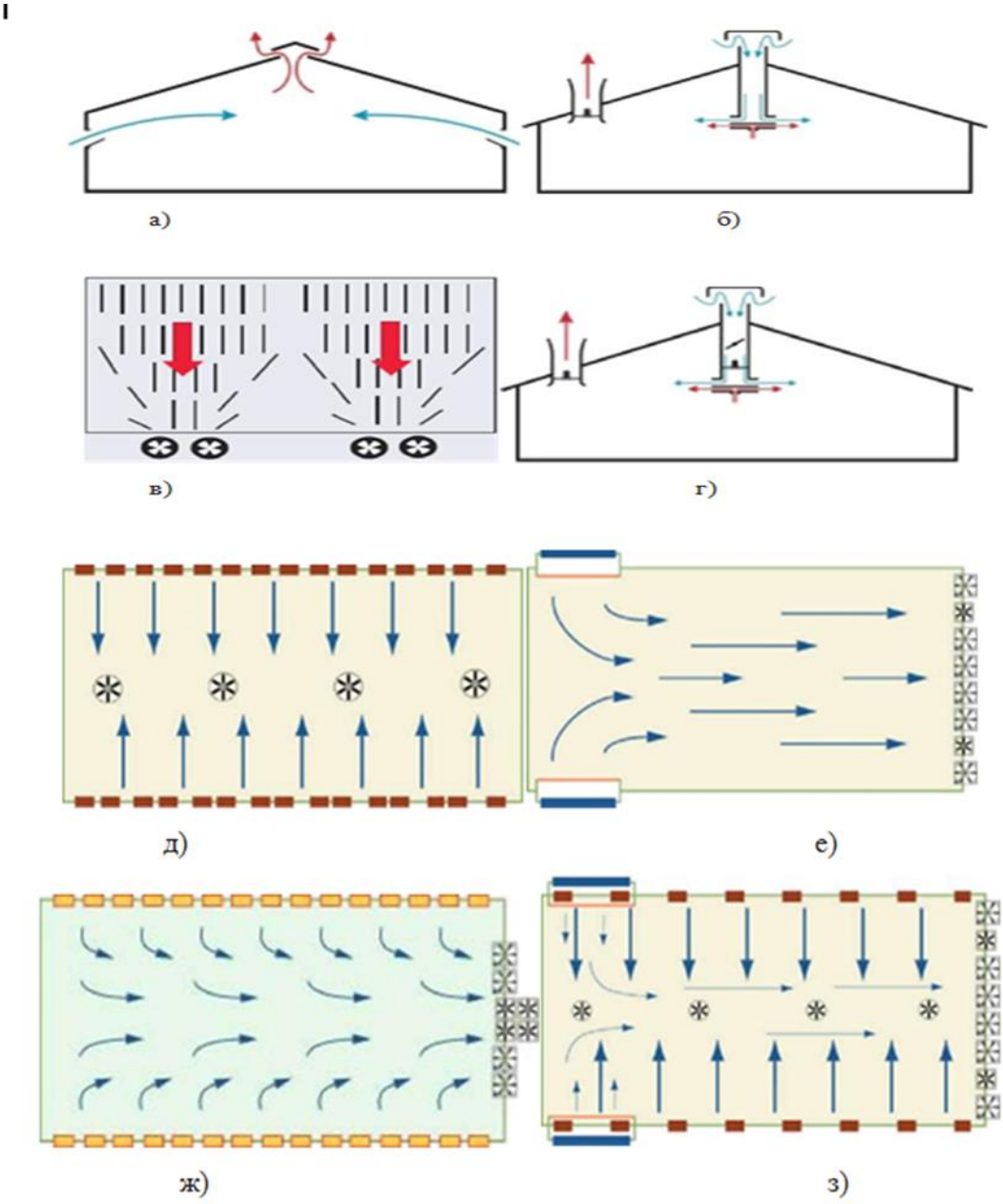


Рис.1.4. Основные виды систем вентиляции птичников.

а) естественная вентиляция; б) крышная вентиляция на разрежении (приток пассивный);в) поперечная вентиляция; г) крышная вентиляция на равном давлении (приток активный); д) крышная вентиляция (минимальная); е) тоннельная вентиляция с фронтальным охлаждаемым притоком; ж) тоннельная вентиляция со стенным притоком; з) комбинированная тоннельная (переходная)

В первые дни жизни птицы минимальный режим вентиляции достигается при работе естественной вентиляция; крышной вентиляции на разрежении (приток пассивный), наравном давлении (приток активный) и минимальной вентиляции (рис.1.4 а, б, г, д). Достоинства систем: поддержание низкой минимальной вентиляции, однородность воздушного потока,

отсутствие «мертвых» зон, легкость управления вентиляционным оборудованием. Существенный недостаток: отсутствие предварительной подготовки воздуха, ограничения по размеру ширины здания (не более 26 м.). Тоннельный режим вентиляции (рис.1.4 е, ж) применяется в жаркий период года. Достоинство тоннельной системы–низкая стоимость оборудования, отсутствие «мервых» зон в ЗРП, недостаток– нерегулируемость воздушных потоков. Комбинированная тоннельная система (рис.1.4 з)) применяется в межсезонье. Достоинство системы - обеспечение однородности воздушного потока, отсутствие «мертвых» зон, легкость управления. Недостаток – наличие приточных окон, используемых в летний период года. Выбор системы вентиляции для птичника обусловливается целью, для которой выращивают птицу, выбор схемы циркуляции воздуха зависит от внутренней планировки помещения, конструктивными и экономическими принципами [101]. Схема вентиляции определяет направление воздушных потоков, зависит от местоположения приточных и вытяжных устройств. Размещение птицы по всей площади или по всему объему помещения требует большого числа равномерно распределенных вентиляционных отверстий. Воздух движется от приточного отверстия к вытяжному по линии наименьшего сопротивления. Каждая из систем вентиляции (рис. 1.4) не позволяет полностью упорядочить движение свежего воздуха, обеспечить циркуляцию его через всю зону размещения птицы.

Мутовин В. И., Дорофеев А. А. [120] утверждают, что при расчете производительности системы вентиляции необходимо предусмотреть создание повышенного давления в помещении. В нормативных документах [136] указано о необходимости предусматривать превышение притока над вытяжкой в количестве 10…20%. Мурусидзе Д.Н. [119] описывает систему вентиляции, в которой производительность притока в 1,5…2 раза должна быть больше вытяжки на всех режимах работы.

На основании многочисленных исследований отечественных и зарубежных ученых представляется возможным дать предварительную оценку каждой системе вентиляции: каждая из применяемых систем не лишена серьезных недостатков.

1.4. Экологические аспекты загрязнения воздуха в помещениях для выращивания птицы и их влияние на физиологическое состояние птицы, условия труда, качество продукции как реализация программы развития сельского хозяйства региона

Во время цикла выращивания птицы в птицеводческих помещениях на качественный состав воздуха влияют продукты жизнедеятельности организмов: тепло и влаговыделения, углекислый и клоачный газы, продукты разложения помета – аммиак, сероводород, индол, скатол, меркаптан, акталдегид [16,33,24,107], пыль органического и неорганического происхождения, микроорганизмы. Количество продуктов жизнедеятельности зависит от пола, воз-

раста, живой массы, продуктивности, уровня обмена веществптицы, температуры, влажности, скорости воздуха и времени суток [35]. Высокая продуктивность птицы связана с повышенным обменом веществ, количеством отходов от физиологических процессов в организме [64,55,114]. Высокая влажность и низкая температура усиливают теплоотдачу организма, задерживая выделения теплоты и испарение влаги с поверхности тела и дыхательных путей [115]. Во время сна физиологические процессы замедляются, выделения уменьшаются на 20…40% [137,138]. На основании выше сказанного можно утверждать, что степень загрязнения воздушной среды в помещении птичников зависит от интенсивности физиологических процессов в организме птицы, отнесённых к условной единице живой массы птицы [39]. В свою очередь, витающие в воздухе помещения вредные вещества влияют на работу средств механизации.

Нами проведен анализ физико-химического состава загрязнений поверхностных стоковптичников в период профилактического перерыва на предприятия ООО «Калиюга Плюс». Выявлены отклонения содержания pH на 11% и содержание взвешенных веществна 10 % (табл. 1.7).

Таблица 1.7 Физико-химический анализповерхностных стоковпредприятия ООО «Калиюга Плюс» г. Дубоссары

Наименование показателей	**Концентрация загрязнений, мг/л**	**Нормативная концентрация загрязнений, мг/л**
pH	7,5 - 9,5	6,0 - 8,5
Содержание взвешенных веществ	1 500 – 2 200	1 000 – 2 000
Биохимическое потребление кислорода	8500 – 10 000	7 000 – 10 000
Соли аммония	1 300 – 1 500	1 300 – 2 000
Фосфаты	125 - 130	100 - 130

Температура воздуха в птичнике является основным фактором, влияющим на потребность птицы в обменной энергии [110]. Между температурой и уровнем обмена веществ в организме существует обратная зависимость [2,4]. Если температура отличается от установленной на 5°С в пределах 20°С…25°С, уровень потребления энергии уменьшается на 29 Вт/день на голову; при снижении температуры на 5°С в пределах 20°С…15°С потребление энергии увеличивается на 35 Вт/день на голову. В свою очередь, повышение температуры воздуха снижаетпроизводственные показатели на бройлерах, племенной и яичной птице [5,16].

В условиях внешней температурывыше 30°С и влажности более 60% у птицы развивается тепловой стресс В состоянии теплового стресса (рис. 1.5) в плазме крови птицы повышается уровень кортикостерона, лептина, глюкагона, снижается количество гормона щитовидной железы и инсулина[138,162].Клинически тепловой стресс проявляется у птицы рядом симптомокомплексов. В критической стадии гибель от респиративного алкалоза [110].

Метаболизм птицы изменяется, вызывая снижение показателей: потребление корма на 4…5% на каждый градус свыше 30°С, среднесуточного привеса и конверсии корма, спермопродукции до 50%,оплодотворяющей способности племенных петухов до 30%, яичной продуктивности до 8% при повышении температуры в пределах 21…32 °С, утонение, хрупкость скорлупы у промышленной и племенной несушки; массы яйца на 0,4 г при повышении температуры на каждый градус выше 21°С, иммунного статуса птицы, сохранности в старшем возрасте; качества бройлерной тушки, биохимические изменения состава мяса. Изменения качества мяса обусловлены синтезом и депонированием жировой ткани при катаболизме. Работники птицеводческих хозяйств находятся под воздействием комплекса неблагоприятных производственных факторов, в той или иной степени оказывающих влияние на состояние их здоровья. При выгрузке птичьего помёта происходит распространение вирусов, негативно влияющеена загрязнение воздуха, представляющее серьезную угрозу здоровью птиц и людей. Источником грибковой и бактериальной загрязненности воздуха рабочей зоны являются собственно птицы. Анализы обсемененности воздуха в птичниках выявляют высокие цифры среднего общемикробного числа (ОМЧ) 1950, числа плесневых колоний –1460 колоний образующих единиц (КОЕ). В воздушной среде птичников определены высокие концентрациипылисложного состава 32…38 мг/м^3 при ПДК 6мг/м^3. Усилением пылеобразования сопровождаются процессы отлова и выбраковки птицы, уборка помещений, раздача кормов. При этих процессах количество пыли достигает 43,2 мг/м^3[167]. Кроме того, уровень производственного шума в помещениях содержания птицы в отдельных случаях достигает верхней границы нормы 56…85 дБ. Для птичников характерны сквозняки, колебания параметров микроклимата со значительной амплитудой температурных данных. Наиболее известной болезнью, которая негативно повлияет на здоровье человека является птичий грипп, имеющий родство с вирусами

Рис.1.5. Птица в состоянии теплового стресса.

гриппа А человека. В связи с этим создается необходимость строго соблюдения ветеринарно-санитарных правил, режима хозяйств закрытого типа, исключения заноса возбудителя на территорию птичника.

1.5. Системы кондиционирования воздуха в птичнике

Необходимость создания оптимальных условий воздушной среды в ЗРП работой систем кондиционирования воздуха. требует индивидуального решения для каждого способа содержания птицы. Отличительной особенностью систем кондиционирования в птичнике является отсутствие универсальной системы [46]. Разнообразие систем кондиционирования в птичнике отражает взаимосвязь характеристик воздушной среды помещения активных и пассивных инженерных средств создания микроклимата.

К активным инженерным средствам создания микроклимата относятсясистемы кондиционирования воздуха и установки для регулирования микроклимата с автоматическим регулированием параметров, дистанционного контроля и управления процессами подготовки, подачи и удаления воздуха [103].

К пассивным средствам относятся ограждающие конструкции птицеводческого поме-щения, теплотехнические характеристики которых обеспечивают удельный тепловой поток для ассимиляции избытков биологической теплоты. Исходя из биологических особенностей птиц и теплового баланса птичника в качестве расчетной величины требуемого сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций принимается удельный тепловой поток через ограждения [28]:

$$q_{н} = \frac{Q_{ПТ}}{F} \qquad (1.1)$$

где $q_н$- удельный тепловой поток, Вт/м^2;

$Q_{пт}$ - явные тепловыделения птиц, Вт;

F - площадь наружных ограждений здания, м^2.

На основании формулы 1.1 очевидно, что на величину удельного теплового потока не влияют градиент температуры внутреннего воздуха $t_в$, внутренней поверхности наружных ограждений $t_{огр}$ и коэффициент теплообмена на внутренних поверхностях наружных ограждений $\alpha_в$.Расчетная величина термического сопротивленияограждения птичникаприводит к увеличению сопротивления теплопередаче

$$R_O^{ТР} = \frac{(t_B - t_H)n}{q^H} \qquad (1.2)$$

где $R_o^{тр}$- термическое сопротивление, м^2°С/Вт;

$t_в$ - температура внутреннего воздуха, °С;

$t_н$- температура наружного воздуха, °С;

n- коэффициент, характеризующий вид ограждения помещения.

На величину удельного теплового потока оказывает влияние циркуляция воздушных потоков в объеме птичника, определяемаявзаимным расположениемприточных и вытяжных отверстий в ограждающих конструкциях помещения и направлением воздушных потоков (табл. 1.8) [47]. Отсутствие универсальной системы и наличие серьезных недостатковв организации воздухообмена в птичнике системами вентиляции дали нам основание полагать, что применение систем кондиционирования воздуха и установок для регулирования

Таблица 1.8 Варианты циркуляции воздушных потоков впомещении птичника

Направление воздушного потока	**Место размещения приточных и вытяжных устройств**	**Циркуляция воздушных потоков**
Поперек помещения	Кровля- фасадные стены	Сверху-вниз
	Фасадные стены - кровля	Снизу-вверх/Сверху-вверх
	Фасадная стена - фасадная стена	Сверху-вниз/Сверху-вверх Снизу-вниз/Снизу-вверх
	Кровля -пол	Сверху-вниз
	Пол-кровля	Снизу-вверх
	Пол-пол	Снизу-вниз
	Фасадная стена- пол	Снизу-вниз/Снизу-вниз Сверху-вверх
Вдоль помещения	Стены торцевые	Снизу-вниз/Сверху-вверх
	Стена торцевая - стены фасадные	Снизу-вниз/Сверху-вверх
	Стена торцевая - кровля	Сверху-вверх
	Стена торцевая - пол	Сверху-вниз

микроклимата даст возможность круглогодичногоподдержания параметров воздуха, обеспечивающих условия оптимальной биологической активности птицы. Конструкция установки для регулирования микроклимата предполагает расширить разнообразие схем циркуляции воздушных потоков по объему птичника. Место размещения вытяжных и приточных усройств, направление и величина раствора клапанов определяет направление воздушного потока (табл.1.8). Взаимное размещение воздухораспределительных устройств определяет интенсивность циркуляции воздушных потоков. Автоматическое управление процессами подготовки, подачи и удаления воздухапозволит поддерживать энергетический баланс жизнедеятельности организма птицы и баланс количества теплоты, переходящей в воздух помещения птичника. В этих условиях энергия корма будет максимально расходоваться на повышение продуктивности птицы.

1.6. Способы обработки воздуха в птичниках на территории региона

Организация подачи приточного воздуха должнаисключать простудные заболевания птицы. В жаркий летний период предусматривается охлаждение воздуха в птичнике, при понижении влажности наружного воздуха – его увлажнение. Наиболее перспективными системами охлаждения птичников являются экранно-вентиляционная и тумано-образовательная системы. В экранно-вентиляционной системе понижение температуры воздуха происходит в результате испарительного охлаждения.

Тумано-образовательная система основана на увеличении влагосодержания воздуха распылением капель воды в соплах диаметром d_y=15 мм под давлением 2,8...3,5 кг/см^2[28,98]. Для районов с расчетной температурой наружного воздуха 26°С и выше года применяется испарительное адиабатное охлаждение и увлажнение воздуха [9,17,88,89,90]. Целесообразность применения сорбентов обуславливается высокой влажностью наружного воздуха, значительными выделений явной теплоты и влаговыделений в помещении птичника.

В системах кондиционирования и вентиляции отработанный вентиляционныйвоздух выбрасывается в атмосферу с температурой 30 °С. Непроизводительно расходуемое количество теплоты составляет 20...60% затрат на тепловую энергию. Применение рециркуляции с целью энергосбережения в птицеводческих помещениях встречает возражение в ряде источников [10,35,91,114,158,165], так как рециркуляция воздуха способствует переносу бактериальной флоры [29,158]. Автором предлагается очистку рециркуляционного воздуха от микрофлоры и газообразных примесей путем обработки его озоном [167,103]. Озон эффективно уничтожает микрофлору, аммиак и сероводород, продуктами реакции являются соли неорганических кислот, углекислый газ, пары воды.

Уменьшение содержания аммиака, сероводорода, микрофлоры в воздухе при обработке озоном (табл. 1.9) свидетельствует об эффективности предлагаемого способа обработки воздуха. Эффективным способом использования большого количества, выделяемого углекислого газа является преобразование его хлорофиллом растений в углеродные соединения и кислород. Оздоровление воздуха [143] происходит путем промывки его водными растворами солей (сульфатов и нитратов аммония, карбоната натрия, гидроокиси натрия), озонированием перед каждой промывкой циркулирующего воздуха, удалением избыточного озона при помощи катализатора [11]. Для использования полезных веществ, содержащихся в воздухе после озонирования, его подвергают промывке водой, которая используется для подкормки растений. На взрослую особь птицы требуется 4…6 м3/ч воздуха. При одновременном содержании в птичнике, в среднем 15000…20000 голов, воздухообмен составляет 60000…120000 м3/ч свежего воздуха [103,167]. Для подачи воздуха применяется схема воздухообмена с использованием инжекционных воздухораспределителей-увлажнителей (ЭВУ) [87,90].

Таблица 1.9 Состав воздуха в процесе обработки озоном

№	Показатель	Ед. изм.	Исходный воздух	После обработки
1	Аммиак	мг/л	0,12	0,004
2	Сероводород	мг/л	0,15	0,0002
3	Органические соединения	мг/л	0,2	-
4	Метанол	мг/л	0,1	-
5	Кислород	% об.	21,1	21,7
6	Озон	мг/л	-	0,0005
7	Углекислый газ	мг/л	14,2	14,1
8	Микрофлора	кл/м^3	27480	200

Реализация режима косвенного испарительного охлаждения схеме с ЭВУ приточный воздухпроходит через трубчатый теплообменный аппарат. Для повышения температуры приточного воздуха, выходящего из ЭВУ, применяется режим инжекции внутреннего теплого воздуха.

Очистка воздуха от пыли и стерилизация достигается с помощью фильтров с тонковолокнистыми фильтрующими материалами на основе открытопористого пенополиуретана. [8,64]. Для снижения запыленности и бактериальной обсемененности воздуха помещений птичника применяются бактерицидные лампы коротковолнового ультрафиолетового излучения марки БУВ-15, БУВ-30, БУВ-60 [9,63].

1.7. Тепловой, влажностный и газовый балансы воздуха в птичнике ООО «Калиюга Плюс» Дубоссарского района

Постоянство состава и состояния воздуха, достигаемое при непрерывно изменяющихся возмущающих (выделение газов, водяных паров, тепла) и регулируемых (система вентиляции, кондиционирования, отопления) агентахпредставляет собой явление динамического равновесия [97]. Необходимым условием процессов переноса теплоты и массы является наличие разности потенциалов между средами. Температурный напор между отдельными точками среды обуславливает перенос теплоты, наличие разности парциальных давлений – перенос массы. Процессы тепло- и массообмена определяются явлениями тепло-проводности, диффузии и конвекции, описываемые законом Фурье, Фика и Ньютона-Рихмана. Количество полного тепла, вносимого в помещение приточным воздухом, в общем случае равно:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} G_{ni} \cdot I_{ni} \qquad (1.3)$$

Количество полного тепла, удаляемого из помещения с уходящим воздухом равно:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} G_{yj} \cdot I_{yj} \qquad (1.4)$$

Где G*ni*, G*yj*–количество приточного, удаляемого воздуха соответственно, м^3/час

I*ni*, I*yj*–энтальпия приточного, удаляемого воздуха соответственно, кДж/час.

Общее уравнение теплового баланса помещения имеет вид

$$Q_{ПТ} + Q_{рад} + Q_{осв} + Q_{об} - Q_{ОТ} - Q_{в} - Q_{огр} - Q_{инф} \pm Q_{к} \pm Q_{м} = 0 \qquad (1.5)$$

где$Q_{П.Т}$—количество свободной теплоты Вт;

$Q_{рад}$–суммарное количество теплоты от солнечной радиации поступающей через покрытия помещения и остекленные поверхности Вт;

$Q_{осв}$–количество теплоты, поступающей от осветительных приборов Вт;

$Q_{об}$– количество теплоты, поступающие от электродвигателей технологическогообо-рудования Вт;

$Q_{от}$– количество теплоты, поступающей в помещение от отопительных устройств Вт;

$Q_{в}$ – количество теплоты, поступающей в помещение с воздухом, нагнетаемым системой вентиляции Вт;

$Q_{огр}$– количество теплоты, уходящее через ограждающие конструкции помещения, Вт;

$Q_{инф}$–количество теплоты на нагрев инфильтрующегося воздуха Вт;

$Q_{к}$, $Q_{м}$–количество теплоты, необходимой на нагрев или расходуемой на охлаждение транспорта и оборудования, Вт.

Входящие в уравнение слагаемые теплового баланса принимают любой алгебраический знак или равны нулю. В процессе адиабатного испарения потери теплоты на испарение со смоченных и открытых водных поверхностей не постоянны, имеют малые значения (в уравнение 1.5 не включены).

Слагаемые теплового баланса, применительно к птицеводческим помещениям определеныколичеством свободной теплоты, выделяемой птицей [27,35,91]:

$$Q_{ПТ} = n_{ПТ} \cdot P_{ПТ} \cdot q_{ПТ} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \qquad (1.6)$$

где k_1– поправочный коэффициент на тепловыделения в ночное время $k_1 = 0,6$;

k_2–поправочный коэффициент на изменение внутренней температуры воздуха птичника по отношению к оптимальной. Тепловыделения птиц в ночное время уменьшаются на 40 % [34];

k_3–коэффициент заполнения птичника $k_3 = 0,85...0,9$,

$n_{пт}$–среднегодовое число птиц в помещении, голов;

$q_{пт}$– количество теплоты, выделяемой 1 кг живой массы птицы в час, кДж/ч.

Полная теплопродукция на 1 кг живой массы курицы (табл. 1.10) [136,165]. Суммарные поступления теплопродукции при инсоляцииопределялись по общепринятой методике

[35,81,91] и включают: количество теплоты, поступающей через покрытие $Q_{р.пок}$ и остекленные поверхности $Q_{р.ост}$. В течение дня инсоляции подвергается одна из продольных стен здания, поэтому в расчетах учитывается половина площади остекления [177].

Таблица 1.10 Количество теплоты, газов, водяных паров, выход помета выделяемых 1 кг живой массы птицы в сутки

Вид и возрастная группа птиц	**Живая масса птицы, кг**	**CO_2, л/ч**	**Теплота, кДж/ч**		**Водяные пары, г/ч**	**Выход помета, г/(гол. сутки)**
			явная	**полная**		
Взрослые куры яичных пород:						
Промышленное стадо	1,5...1,7	1,54	24,6	35,7	4,5	175
Родительское стадо	1,6...1,7	1,54	24,6	35,7	4,5	189
Куры мясных пород (на полу)	2,9...3,2	1,44	21,3	32,65	3,75	276...300

В тепловом балансе птицеводческих помещений с регулируемой длиной светового дня для холодного и теплого периодов года учитывается теплота, поступающая от осветительных приборов. Интенсивность освещения птичника определялась возрастом птицы и продолжи-

Таблица 1.11 Световой режим при выращивании птицы

Возраст птицы, нед.	**1…3**	**4…6**	**7…8**	**9…20**	**21…24**	**25..28**	**29…32**	**33…40**
Продолжительность светового дня,час	23…20	18…14	12…10	8	9,5…13	14	14,5…15	15,5…16,5
Интенсивность освеще-ния, Вт/м²	3,2…2,8	2,8…2,4	2,4	2,4	2,4 …3,0	3,2	3,2	3,2

тельностью светового дня (табл.1.11). Для молодняка регулируемой длиной светового дня является время 15.00…9.00 ч; для взрослой птицы 9.30…23.00 ч.

Количество теплоты, поступающее в помещении от осветительных приборов за световой день:

$$Q_{осв} = 3{,}6 N_{осв} \cdot k_{осв} \cdot \eta_{осв} \qquad (1.7)$$

где $N_{осв}$– суммарная мощность осветительных приборов, Вт;

$к_{осв}$–коэффициент, учитывающий тип осветительных приборов, $к_{осв}$ = 1…0,4;

$ŋ_{осв}$–коэффициент перехода электрической энергии в тепловую, $ŋ_{осв}$0,92…0,97.

В помещениях для молодняка кроме теплоты от осветительных приборов учитывается теплота от инфракрасных ламп мощностью 250 Вт. Количество теплоты, поступающей от электродвигателей, поступающей в помещение от отопительных устройств определяют по общепринятой методике [19,20,21,26]. Количество теплоты, поступающей в помещение с воздухом, нагнетаемым системой вентиляции определяется часовым расходом воздуха и организацией воздухообмена. Количество теплоты через ограждающие конструкции опре-деляется теплотехническими показателями ограждения, рассчитывается по общепринятой методике [22,19,112].

Влияние воздухопроницаемости оконных проемов, дверей вызывает увеличение расхода тепла. При малых расходах воздуха и значениях относительного коэффициента фильтрационного обмена ≥0,1 фильтрация воздуха не учитывается [79]. Для расчета принимались добавочные теплопотери на инфильтрацию в размере 30% основных потерь теплоты помещения птичника.

Количество теплоты, расходуемой на нагрев кормов в холодный или переходный периоды года, определяласьмассой, теплоемкостью корма, температурным напором между средними значениями температур корма и внутренней температурой воздуха. Количество теплоты, расходуемой на нагрев техники, рассчитывалось как расход теплоты на нагрев корма.

Количество теплоты, затрачиваемой на нагрев инфильтрующегосявоздуха, рассчитывалось по формуле:

$$Q_и = c_в L_и \rho_в (t_в - t_н) \tag{1.8}$$

где $L_и$–количество воздуха, инфильтрующегося через неплотности в наружных ограждениях, кг/м^3, определяется по общепринятой методике [35,81].

Тепловой баланс включает только свободную теплоту, затрачиваемую на нагрев внут-реннего воздуха. В расчет взяты (приложение 1,3,4) среднегодовое число одновременно находящихся в помещении птиц, браковка, падеж в процессе эксплуатации. Имело место разница поголовья в начале и конце эксплуатации [159].

Влажностный баланс воздуха для теплого, переходного и холодного периодов в птичнике на 15500 голов птицы хозяйства «Калиюга плюс» г.Дубоссары приведен в Приложении 2. Уравнение баланса влаги в вентилируемом помещении выражает закон сохранения массы вещества в этом помещении. При условии выделения в помещении влаги отптицыв$_{пт}$г/час, уравнение баланса влаги принимает вид [155]:

$$\frac{G_y d_y}{1000} = \frac{G_{пр} d_{пр}}{1000} + B_O \tag{1.9}$$

гдеG_y, $G_{пр}$ – расход уходящего, приточного воздуха соответственно, м^3/ч;

$d_у$, $d_{пр}$– влагосодержание уходящего, приточного воздуха соответственно, г/кг.

$$B_O = B_{ПТ} + B_{пов} + B_{пом} \tag{1.10}$$

$B_{пт}$– количество водяных паров, выделяемое птицами, г/час.

$$B_{ПТ} = в_{ПТ} n_{ПТ} P_{ПТ} \tag{1.11}$$

При расчете влаговыделения птицей учитывался коэффициент изменения влаговыделений в зависимости от значений $t_в$, [136].

Суммарные влаговыделения с поверхностей помещения рассчитывались по формуле:

$$B_{пов}=B_{см}+B_{от} \tag{1.12}$$

Количество влаги, испаряющейся со смоченных поверхностей, определялись по формуле [61,91,177]:

$$B_{см} = \frac{в_{см} F_{см}}{1000} \tag{1.13}$$

где $в_{см}$–количество влаги, испаряющейся с 1 м^2 смоченной поверхности, г/ч,

$$в_{см(от)} = \frac{\beta(\rho_1 - \rho_2)\cdot 760}{P_б} \tag{1.14}$$

Количество влаги, испаряющейся с открытой водной поверхности, составляет [90,163]:

$$B_{ОТ} = \frac{в_{ОТ} F_{ОТ}}{1000} \tag{1.15}$$

где $в_{от}$–количество влаги, испаряющейся с 1 м^2 открытой поверхности, г/ч, [37].

Влаговыделения при усушке помета составляют [63,91,10,180]:

$$B_{пом} = \frac{n_{ПТ} P_{пом} Z}{24\cdot 100\cdot 1000} \tag{1.16}$$

где$P_{пом}$–масса выделяемого птицей помета за сутки (таблица 1.10), г;

Z –усушка помета в сутки, %, равная 70 % от первоначальной массы помета

Уравнение баланса вредного газа [155]:

$$\frac{G_у M_B}{\rho_у} = \frac{G_{пр} M_{пр}}{\rho_{пр}} + C_Г^{ПТ} \tag{1.17}$$

Где $M_{пр}$– концентрация газа в приточном воздухе, кг/м^3;

$M_в$– концентрация газа внутри помещения, кг/м^3;

$C_г^{пт}$– выделения газа от птицы экскрементов кг/ч;

$\rho_у$, $\rho_{пр}$– плотность удаляемого и приточного газа соответственно м^3/ кг.

1.8. Основные направления совершенствования технологии и технические средства для регулирования микроклимата в производственных помещениях для выращивания птицы

Анализ птицеводческих помещений, изложенный в работах Кадик С. [77], Писарева Ю. [147], материалах семинара по оборудованию в птицеводстве [117] показал, что в реионах с длительными периодами высоких температур здания птичников меридиально ориентированы в восточно-западном направлении. Стены птичника выполнены открытыми. Максимальная высота крыши не менее 4 м со скатом не менее 20 ^{0}, что предупреждает негативное тепловое воздействие на птицу от накаляющейся в жару кровли птичника. Для затенения стен птичника, изолированная стекловатой крыша выступает над ними на 1…1,5 м. Покрытие выполнено из теплоотражающих гофрированных алюминиевых листов, с внутренней стороны покрыто водонепроницаемым пластиком. Внутренняя поверхности крыши окрашена в белый цвет, что снижаеттеплопоглощение покрытия на 10…15%. Боковые шторы защищают птицу от дождя и солнца (рис. 1.6). Работа климатического оборудования, используемого для охлаждения птицы, при высокой внешней температуре основана на конвекционноми испарительном охлаждении [31,72,83,160].

Рис. 1.6. Птичник открытого типа.

Конвекционный метод охлаждения осуществляется за счет высокой скорости движения воздуха в тоннельной вентиляции. Эффективность охлаждения определяется скоростью движения воздуха на уровне птицы и градиентом температур внутреннего и наружного воздуха. Скорость потока воздуха (V = 2…2,5 м/с) внутри птичника определяет три основных фактора: герметичность конструкции, максимальную производительность вытяжки при G= 5…7 м^3/кг живой массы/ч, поперечное сечение здания. Герметичность птичника обеспечивает поступление воздуха только через приточные жалюзи, исключая "подсасывание" воздуха по пути наименьшего сопротивления. В климатических зонах с максимальной летней температурой 35°С и внутренней температурой птичника, превышающей 30°С, система тоннельной вентиляции дополняется системами дополнительногоиспари-тельного охлаждения воздуха.

В птицеводстве применяются два типа систем охлаждения [83,134]: распылительные – через дисковые увлажнители и форсунки; испарительные – через кассеты рециркуляционного охлаждения. В основе систем испарения лежит принцип адиабатического охлаждения: вода изменяет фазовое состояние путем свободного испарения [94].

Рис.1.7. Дисковый увлажнитель.

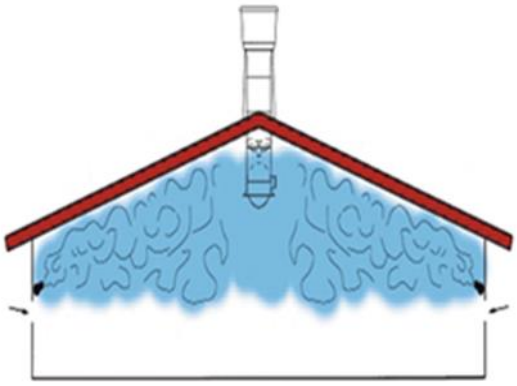


Рис.1.8. Принцип увлажнение воздуха.

Рис. 1.9. Система форсунок низкого давления.**Рис.1.10.** Форсунка высокого давления.

Температура воздуха понижается при увеличении абсолютного влагосодержания. Одновременно с увлажнением происходит ассимиляция избыточной теплоты без использования искусственного холода. Принцип работы центробежных дисковых увлажнителей (рис.1.7) основан на распылении воды в виде тумана вращающегося диска при большой частоте вращения. Дисковые увлажнители устанавливаются в закрытой системе приточной вентиляции (рис. 1.8). На 3…4 дисковых увлажнителя расход воды составляет 15…30 л/ч, размер капли составляет более 30 мкм. Форсунки низкого (8…14 бар) давления распыляют воду в спрей или аэрозоль. Располагаются у приточных форточек из расчета одна форсунка на 500 голов (рис.1.9). При внешней температуре >37°С расход воды составляет 10…15 л/ч. Вфорсунках высокого давления (28…42 бар) размер капли составляет 10…15 мкм, что исключает остаточную влажность (рис.1.10). Форсунки ультравысокого давления >50 бар с размером капли

5 мкм и начальной скоростью 100 м/с создают оптимальное распыление и охлаждающий эффект при при расходе воды 5 л/ч.

Кассеты испарительного охлаждения («cooling pad») применяются в условиях высоких внешних температур, превышающих 37°С (рис.1.11). Кассета состоит из гофрированных

Рис.1.11. Кассеты испарительногоохлаждения птичника «Анина».

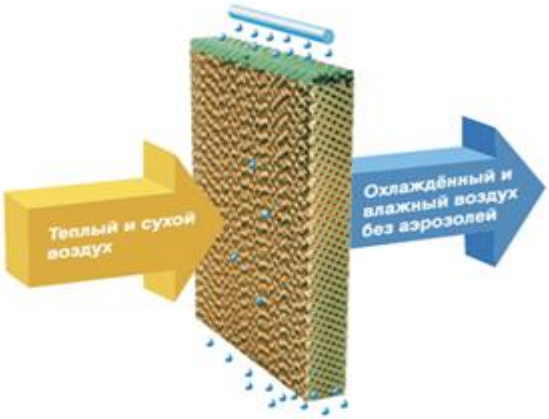


Рис.1.12. Схема принципа испарительного охлаждения.

целлюлозно-бумажных листов с развитой площадью поверхности. Поступающий в птич-ник воздух проходит через смачиваемую холодной водойкассету (рис. 1.12).

Рис.1.13. Кассеты испарительного охлаждения («cooling pad») на стенах птичника.

Вследствие испарения воды иинтенсивного теплообмена, снижение температуры составляет 4…6°С. Воздух, выходящий из кассеты, одновременно увлажняется и охлаждается. Кассеты испарительного охлаждения («cooling pad») установлены в птицеводческих хозяйствах ООО «Калиюга Плюс» г.Дубоссары, «Анина» г. Бендеры. Располагаются кассеты в торцевой части (рис. 1.13. слева) и на боковых стенах здания птичника (рис. 1.13. справа) [100]. Недостатком кассет испарительного охлаждения («cooling pad») является дороговизна, невозможность восстановления и вторичного использования после срока действия.

Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий [136] определяют максимальный семикратный воздухообмен в летнее время, при использовании кондиционирования четырех-пятикратный. Такой воздухообмен обеспечивается установкой на приток вентиляторов ВЦ 14-46 № 8, ВЦ 4-75 № 10 с производительностью 36000 м^3/ч. Для

удаления воздуха установлены четыре осевых вентиляторов ВО-7,1. Одновременная работа оборудования обеспечивает необходимый приточно-вытяжной воздушный баланс в летний и зимний периоды [92].

1.9. Выводы к первой главе

1. На основании анализа систем и средств обеспечения требуемого воздухообмена в птичнике обоснованы условия оптимального распределения воздуха установками для регулирования микроклимата в птицеводческих помещениях.

2. Выявлена недостаточная изученность вопросов формирования воздушного режима в типовых безоконных птичниках для условий южной зоны Республики Молдовы.

3. Рассмотрены направления совершенствования технологий и технических средств для регулирования микроклимата обеспечивающие условия равновесия биологической теплоты птицы и отдачей излишков теплоты во внешнюю среду.

4. Изучены рекомендации ведущих компаний по разработке технологий и оборудования для регулирования микроклимата при выращивании птицы в закрытых помещениях.

Поставлены цели и задачи исследований:

Цель: Оптимизация конструктивных и технологических параметров установки для регулирования микроклимата обеспечивающей благоприятные условия повышения продуктивности и сохранности птицы.

Задачи исследований:

Разработка и теоретическое обоснование математической модели процесса теплопередачи и влажностного режима в помещении птичника.

Проведение лабораторных и производственных исследований по оптимизации конструктивных и технологических параметров установки для регулирования микроклимата.

Исследование влияния режимов работы установки для регулирования микроклимата на продуктивность птицы в производственных условиях.

Выполнение технико-экономического обоснования применения установки для регулирования микроклимата в птицеводческом помещении.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ, РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И ТЕПЛООБМЕНА В ПТИЧНИКАХ

2.1. Анализ динамики состояния вентилируемой атмосферы помещения птичника

Для формирования энергосберегающих режимов оптимального микроклимата, оптимизации параметров микроклимата определяющее значение имеют исследования статистических и динамических параметров помещения: температуры воздуха в птичнике, тепло, влаго- и газовыделения от птицы, изменение количества воздуха для птицы различного возраста [4,24,29,99,122]. Микроклимат помещения должен способствовать устойчивой термодина-

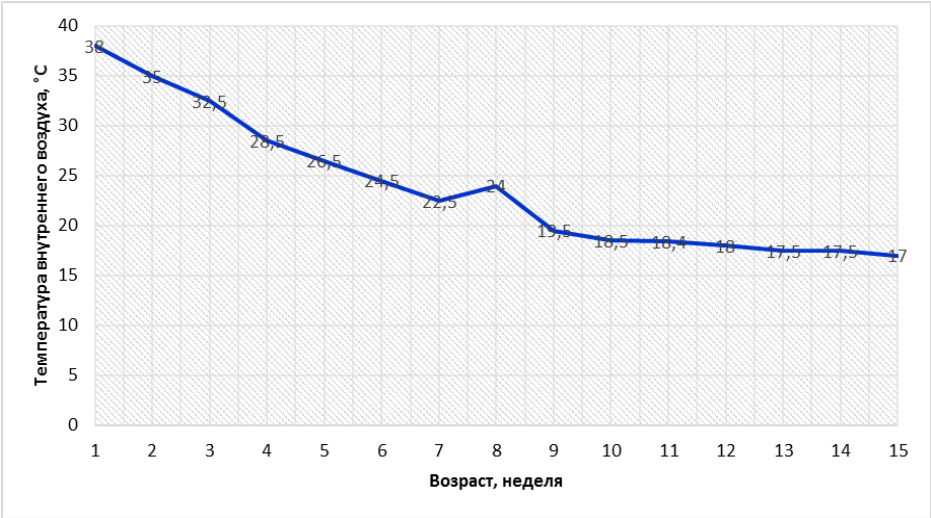
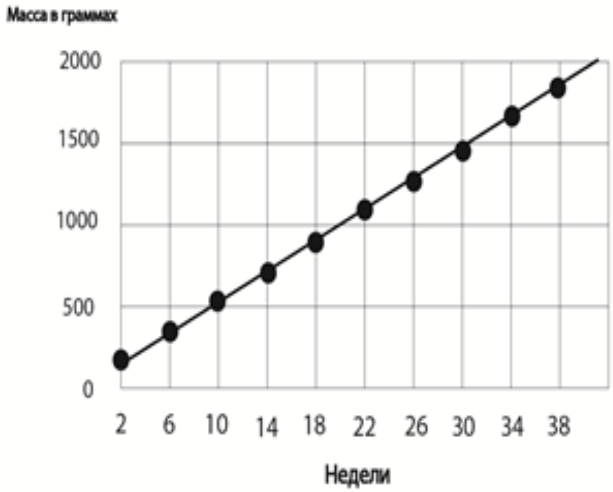


Рис.2.1. Снижение температуры внутреннего воздуха в птичнике.

мической системе тепловлагообмена птицы с окружающей средой [159]: отводу излишков теплоты, исключение переохлаждения из-за недостатка теплоты. У птицы уровень обменных процессов – один из самых высоких [73]. В соответствии с возрастным периодом птицы установлены оптимальные пределы температурно-влажностных условий воздушной среды и радиационной температуры ограждающих конструкций, соблюдение которых в производственных условиях определяет интенсивность отдачи теплоты [62,172,178]. Характер снижения температуры в птичнике в зависимости от роста поголовья, представляет собой картину обратно пропорциональной зависимости температуры от времени выращивания (рис. 2.1). Самый интенсивный рост молодняка наблюдается с первой по двадцать вторую недели (рис.2.2). С ростом массы птицы растет количество выделяемого тепла (рис.2.3). Суммарное тепло, выделяемое стадом ремонтного молодняка изменяет тепловой баланс птичника - поголовье суточных цыплят в количестве 15000 штук за один час выделяет 10,8 кВт; в возрасте 4 недель тепловая мощность стада составляет 57,6 кВт; в возрасте 17 недель стадо выделяет 187,2 кВт. Организм растущего молодняка выделяет при дыхании углекислый газ (CO_2), водяные пары (H_2O); при испражнении вместе с пометом выделяются аммиак (NH_3) и сероводород (H_2S). Все выделяемые вещества кроме воды токсичны, их содержание в атмосфере



нормируется [136]. Характер выделения углекислого газа имеет тенденцию к увеличению по мере роста молодняка, на 21 неделе поголовья цыплят 1000 штук достигает значения 1600 л/час (рис. 2.4). Интенсивность выделения водяных паров (рис.2.4) наблюдается на шестой, десятой и двадцатой неделе роста молодняка.

Рис.2.2. Возрастное увеличение массы цыплят.

Вместе с тем растет количество обменноговоздуха по мере роста цыплят яичного на-правления (рис.2.5). Согласно рекомендациям [137] обмен воздуха вптичнике составляет 0,7 м^3 /ч на одинкилограмм живой массы птицы.

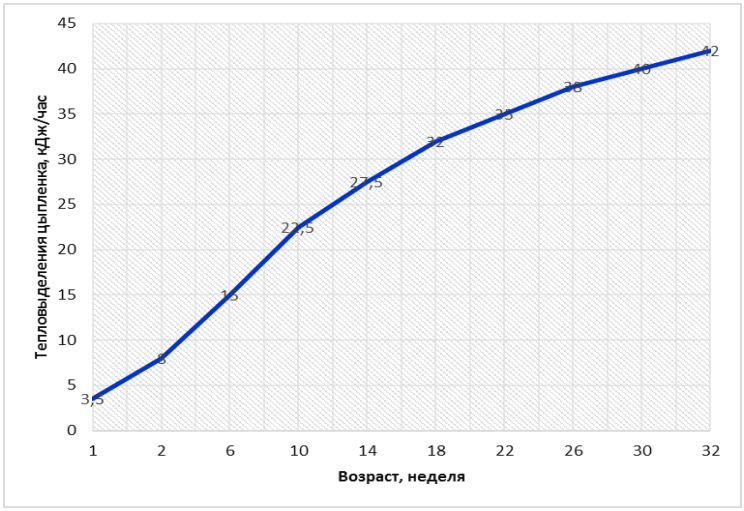


Рис.2.3. Возрастное увеличение тепловыделений птицы кросса «Кобб 500».

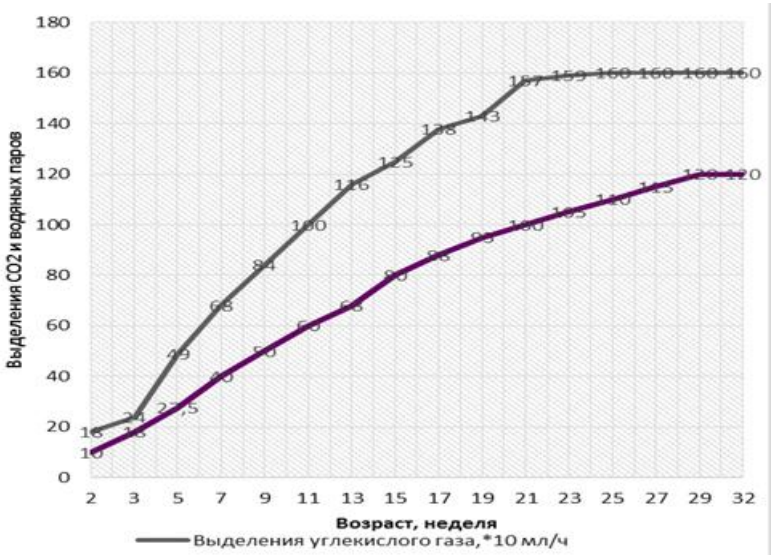


Рис.2.4. Выделение CO_2 и водяных паров поголовьем птицыкросса «Кобб 500».

Расчеты показали (Приложение 4), что с момента посадки цыплят установка для регулирования микроклимата должна обеспечивать обмен воздуха в количестве 500…840 м^3/ч, максимальный воздухообмен составляет 30450 м^3/ч.

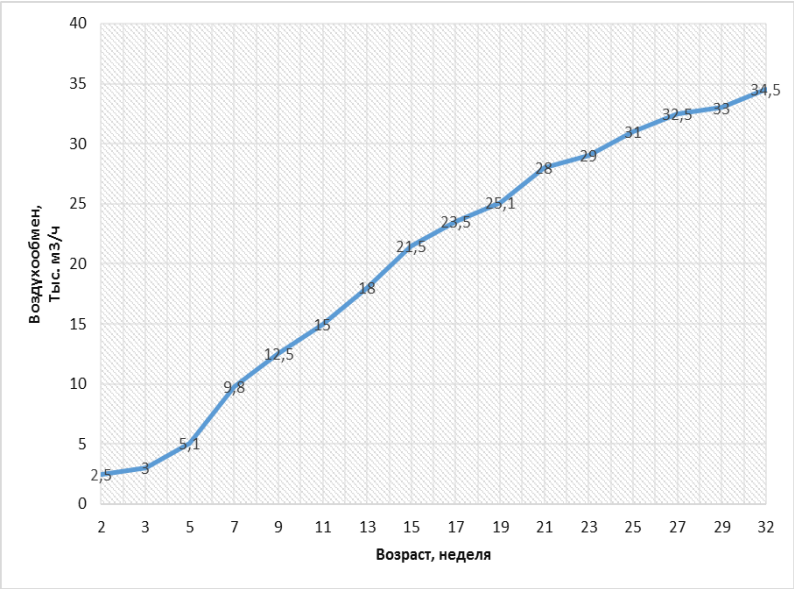


Рис.2.5. Изменение воздухообмена для молодняка птицы кросса «Кобб 500».

Устойчивости термодинамической системы тепловлагообмена птичника соответствуют оптимальные пределы температурно-влажностных параметров, которые, в свою очередь, должны соответствовать условиям протекания процесса конвективного теплообмена; температурное поле радиационной температуры не должно превышать допустимого потока лучистого теплообмена; количество обменного воздуха должно соответствовать допустимому балансу выделяемых вредностей.

2.2. Теоретический анализ теплопередачи при воздухообмене в птичниках

Решение тепломассообменных задач основывается на использовании приближенной математической модели тепловоздушных процессов в помещениях. Началом создания указанных моделей были работы Ануфриева Л.Н., Позина Г.М. [7] и Гримитлина А.М. [51]. Авторы использовали метод математического моделирования для решения различных задач строительной теплофизики сельскохозяйственных зданий. В полученных решениях внутренний объем помещений рассматривался как однородный. Необходимо отметить работы Богословского В.Н. [19,20,21,22], составившего систему уравнений, описывающую теплофизические процессы в помещении применительно к общественным зданиям. Известные математические модели, разработанные Малявиной Е.Г. [112], Табунщиковым Ю.А. [182], исходят из постановки задачи теплообмена в помещении, которая базируется на общих закономерно-

стях теплопередачи с детализацией граничных условий и исходных данных. Модель с сосредоточенными параметрами подсистемы «воздух и птица» имеет ряд допущений в постановке задачи:

- поверхности в помещении рассматриваются как изотермические без источников и стоков тепла;
- температура воздуха характеризуется равномерным распределением по всему объему помещения;
- источники и стоки тепла в помещении являются сосредоточенными, диффузными.

Допущения позволяют считать суммарный тепловой поток, поступивший в помещение, распределенным по поверхностям ограждений пропорционально их площади. В систему уравнений входят:

- уравнение баланса конвективного тепла в воздух

$$\frac{1}{3{,}6}V(c\rho)_в\frac{dt_в}{d\tau}=\sum\alpha_{ki}F_i(t_i-t_в)+\frac{1}{3{,}6}L(c\rho)_в(t_{пр}-t_в)+Q_k(\tau) \quad (2.18)$$

- уравнение теплопроводности на поверхностях ограждений и оборудования:

$$\frac{\partial t_i}{\partial\tau}=\alpha\frac{\partial^2 t_i}{\partial x^2} \quad (2.19)$$

- уравнение теплообмена на поверхностях ограждений и оборудования

$$\lambda\frac{\partial t_i}{\partial\tau}=\alpha_{ki}(t_i-t_в)+\sum\alpha_{лi,j}(t_i-t_j)+q_л(\tau) \quad (2.20)$$

гдеt_i,t_j- температура поверхности ограждения, температура приточного воздуха, °С;

F_i- площадьi-той поверхности ограждений, м^2 ;

V - объем помещения, м^3;

с - удельная теплоемкость, Дж/кг °С;

ρ - плотность воздуха, кг/м^3;

L - расход воздуха, м^3/ч;

α_k, $\alpha_л$ - коэффициенты конвективного и лучистого теплообмена на поверхностях Вт/м^2°С;

$_i$ - коэффициент температуропроводности поверхности слоя ограждения м^2/ °С;

$Q_k(\tau)$ - конвективный тепловой поток, поступающий в помещение, Вт;

$q_k(\tau)$- плотность лучевого теплового потока, поступающего в помещение Вт/м^2.

Коэффициент лучистого обмена для поверхности, окруженной другими поверхностями в пределах температур, поддерживаемых в переходной период, определяется по следую-щей зависимости:

$$\alpha_{П} = 5{,}7\varepsilon_{пр} \cdot \varphi \cdot в \qquad (2.21)$$

где $\varepsilon_{\text{пр}}$ - приведенная степень излучения поверхности;

φ - коэффициент облученности поверхностей;

в - корректирующий множитель [22,19,20].

Источниками лучистого тепла являются поверхности внутреннего оборудования и поглощенное тепло солнечной радиации, поступающей в помещение через ограждение. В зависимости от направления потоков лучистого тепла можно рассматривать несколько прин

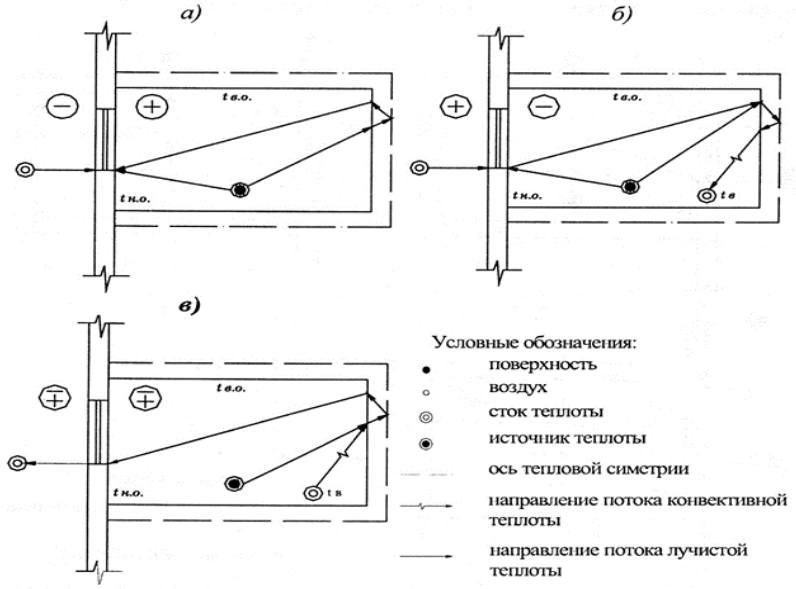


Рис. 2.7. Схемы лучистого теплообмена в помещении.

ципиальных схем теплообмена для установившегося теплового режима (рис.2.7).

Для холодного периода года ($t_{н.о.} \leq t_{в.о}$) схема обмена тепла представляет собой следующую картину (рис. 2.7.а)) [94]: сток лучистого тепла осуществляется на поверхности наружных ограждений. В теплое время ($t_{н.о.} \geq t_{в.о}$) сток теплоты осуществляется конвекцией

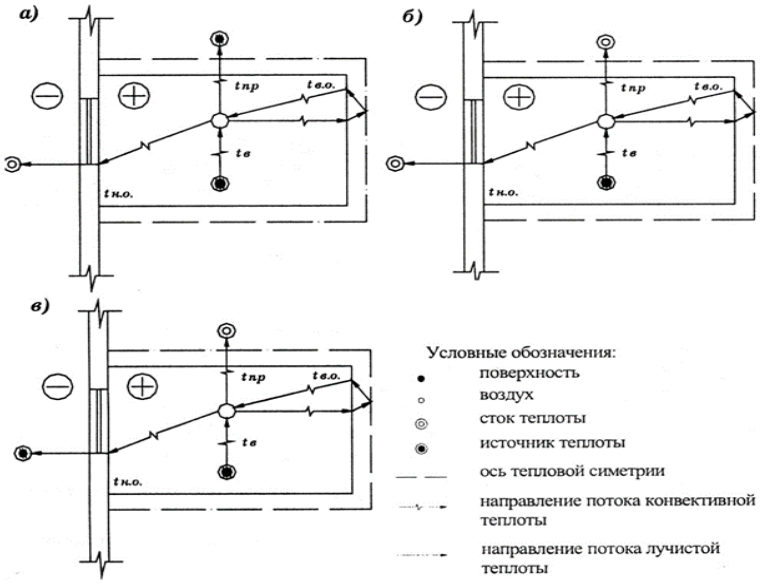


Рис. 2.8. Схемы конвективного теплообмена в помещении.

в воздух помещения (рис.2.7. б)). В переходный период года (tв.о.≥ t в.≥ t н.о)сток теплоты осуществляется как на наружной поверхности так и в воздух помещения (рис.2.7.в)).В зависимости от температуры приточный воздух может быть наряду с наружной поверхностью стоком теплоты.Предложенная схема теплообмена справедлива при рассмотрении конвективных тепло-вых потоков при установившемся тепловом режиме.

В холодный период года схемы конвективного теплообмена представляют собой картину, где стоком теплоты является наружная поверхность (рис.2.8). В переходный период года сток конвективного тепла осуществляется в приточный воздух и на наружные поверхности ограждений (рис.2.8в)). В процессе нестационарного теплообмена в течение непродолжительного времени возможен переход от одной схемы к другой. Предложенные схемы физической интерпретации теплообмена позволяют обобщить тепловые характеристики помещения, вытекающие из уравненияконвективного теплообмена в помещении:

$$\sum Q_{ki} = \sum F_i \alpha_{ki} (t_в - t_i) \tag{2.22}$$

На основании принятых допущений, полный сток конвективной теплоты представлен в следующем виде:

$$\sum Q_{ki} = \alpha_k \sum F_i \tag{2.23}$$

где $\sum F_i$ - сумма площадей поверхностей помещения, м^2.

Плотность конвективного теплового потока для единичной поверхности определяется выражением:

$$\sum F_i \alpha_{ki} (t_â - t_i) = \sqrt[4]{q_k} \cdot \sum F_i A_i^{0,75} \cdot \left(t_â - \frac{\sum F_i t_i}{\sum F_i} \right) \tag{2.24}$$

где $A_i^{0,75}$ - коэффициент направления потока теплоты, проходящего через поверхность, для вертикальных поверхностей –1,46; для горизонтальных –1,12 …1,78.

Впостановке задачи для пары горизонтальных поверхностей одинаковой площади (пол, потолок) и допущений 1), 2) будет справедливо равенство

$$1{,}12 F_{гор} \cdot t_1 + 1{,}78 F_{гор} \cdot t_2 \cong 1{,}46 F_{верт} \cdot (t_1 + t_1) \tag{2.25}$$

где $F_{гор}$- площадь горизонтальных поверхности помещения, м^2;

$F_{врет}$ - площадь горизонтальных поверхности помещения, м^2.

С учетом радиационной температуры, представляющей собой усредненную по площади температуру всех поверхностей, обращенных в помещение, [104,106] уравнение 2.25 приобретает вид

$$\sum F_i \alpha_{ki} (t_в - t_i) = \sqrt[4]{q_k} \cdot 1{,}46 \sum F_i \left(t_в - \frac{\sum F_i t_i}{\sum F_i} \right) \tag{2.26}$$

где $t_R = \frac{\sum F_i t_i}{\sum F_i}$ - радиационная температура, °С, значение которой с допущениями [164] равенства ее средней температуре воздуха в помещении можно записать $t_R \cong t_i$

t_i- температура *i*-той поверхности, °С;

F_i- площадь *i*-той поверхности ограждения, м^2.

Из формулы (2.26) можно выделить величину Λ ,которая является показателем конвективноготеплообмена помещения

$$\Lambda = 1{,}46 \cdot \sqrt[4]{\frac{Q_k}{\sum F_i}} \sum F_i = \alpha_k \sum F_i \tag{2.27}$$

Уравнение 2.27 является показателем конвективного теплообмена помещения. В дифференциальном уравнении баланса конвективного тепла член Q_k являет собой прерывистую во времени функцию, которая может быть представлена в виде ряда Фурье:

$$Q_k(\tau) = Q_k\left(m + \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \sin \pi m k \cdot \cos \omega k \tau \right) \tag{2.28}$$

гдеQ_k- максимальное значение прерывистого конвективного теплового потока;

$\Delta\tau$ - продолжительность теплового воздействия, час;

$m = \frac{\Delta\tau}{T}$

k- порядковый номер члена тригонометрического ряда;

ω - частота тепловых колебаний,1/ч, ω= 2π/Т;

Т - период колебаний, час;

τ -время, исчисляемое от середины продолжительности теплопоступления.

Радиационную температуру можно представить в виде тригонометрического ряда:

$$t_R = \frac{\sum F_i t_i}{\sum F_i} = t_{R,0} + \frac{A}{Y_п} \cos(\omega\tau - \frac{\pi}{4}) \tag{2.29}$$

$$Y_{\text{п}} = \frac{\left(\sum F_i\right)^2}{\sum \frac{F_i}{S_i}}$$

где –показатель теплоусвоения помещения, Вт/°С.

Температуру *i*-той поверхности, обращенной в помещение, можно представить в следующем виде:

$$t_i = t_{i,0} + \frac{A_i}{S_i\sqrt{2}}\cos(\omega\tau - \frac{\pi}{4}) \tag{2.30}$$

где$t_{i,0}$- среднее за период Т значение температуры;

A_i- амплитуда колебаний плотности теплового потока, Вт/м^2;

S_i- коэффициент теплоусвоения материала поверхностного слоя, S_i=1,19 Вт/м $^\circ$С.

Обобщая уравнение баланса конвективного тепла в воздух (2.18), показатель конвективного теплообмена помещения (2.27) и формулу для члена Q_k дифференциального уравнения баланса конвективного тепла (2.28), можно представить обобщенное выражение температуры для времени τ:

I II III

$$t_{в} = \left\{t_{R,0} + \frac{Q_k m}{\Lambda_{\text{п}}} + Q_k\left(\frac{\Omega_{в}}{\Lambda_{\text{п}}} + \frac{\Omega_{\text{К}}}{Y_{\text{п}}}\right)\right\} - \left\{e^{P\tau}\left[t_{R,0} + \frac{Q_k m}{\Lambda_{\text{п}}} + \left(\frac{\Omega_{вн}}{\Lambda_{\text{п}}} + \frac{\Omega_{\text{К}}}{Y_{\text{п}}}\right) + e^{-P\tau}\right]\right\} + \{t_{вн}\} \tag{2.31}$$

Выражение (2.31) состоит из трех составляющих:

- первая составляющая выражения – уравнение для температуры воздуха для времени τ;
- вторая дает решение для нулевого момента времени и сокращается с третьей составляющей.

Таким образом, решение уравнения 2.31 принимает вид:

$$t_{в} = t_{R,0} + \frac{Q_k m}{\Lambda_{\text{п}}} + Q_k\left(\frac{\Omega_{в}}{\Lambda_{\text{п}}} + \frac{\Omega_{\text{R}}}{Y_{\text{п}}}\right) = t_{в,0} + \frac{Q_k m}{\Lambda_{\text{п}}} + Q_k\left(\frac{\Omega_{в}}{\Lambda_{\text{п}}} + \frac{\Omega_{\text{R}}}{Y_{\text{п}}}\right) \tag{2.32}$$

$$t_{в} = t_{в,0} + \frac{Q_k m}{\Lambda_{\text{п}}} + Q_k\left(\frac{\Omega_{в}}{\Lambda_{\text{п}}} + \frac{\Omega_{\text{R}}}{Y_{\text{п}}}\right) \tag{2.33}$$

где $\Omega_{в}$,- коэффициент прерывистости для температуры воздуха:

$$\Omega_{в} = \frac{2}{\pi}\sum_{k=1}^{\infty}\frac{\sin\pi mk}{k\sqrt{k}(1+\overline{p}^2k^2)}\cdot\left(\cos\omega k\tau + \overline{p}k\sin\omega k\tau\right) \tag{2.34}$$

Ω_{R}- коэффициент прерывистости радиационной температуры:

$$\Omega_R = \frac{2}{\pi}\sum_{k=1}^{\infty}\frac{\sin \pi mk}{k\sqrt{k}(1+\overline{p}^2 k^2)}\cdot\left[\cos\left(\omega k\tau - \frac{\pi}{4}\right) + \overline{p}k\sin\left(\omega k\tau - \frac{\pi}{4}\right)\right] \quad (2.35)$$

Измененитемпературы поверхностей $t_в$во времени при оптимальных скоростях потока в помещении птичника размерами 48 х18 х 6 м с учетом коэффициентов прерывистости приведена в таблице 2.1. Коэффициент теплоусвоенияслоя бетона S_i=1,19 Вт/м °С.

Полученная графическая зависимость температуры поверхностей $t_в$ (радиационной тем пературы поверхностей) (рис.2.9) выявляет явный характер конвективной составляющей

Таблица 2.1 Расчет температуры поверхностей помещения птичника

Время ,ч	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
I_{max}, Вт/ч	136	108	98	87	81	81	80
A_i, Вт/м^2	10,833	9,727	9,332	8,8975	8,660	8,660	8,621
$t_{в.0}$,°С	6,435	5,7775	5,725	5,2833	5,1453	5,1407	5,0985
При скорости потока воздуха v =2,5 м/с							
$\frac{Q_k m}{\Lambda_п}$	4,5384	4,7304	4,7457	4,8745	4,9148	4,9161	4,9284
$Q_k\left(\frac{\Omega_в}{\Lambda_п}+\frac{\Omega_R}{Y_п}\right)$	15,678	15,639	15,631	15,624	15,605	15,619	15,623
$t_в$,°С	26,6514	26,1469	26,1017	25,7813	25,6651	25,6758	25,6499
При скорости потока воздуха v =4,0 м/с							
$\frac{Q_k m}{\Lambda_п}$	4,5161	4,6424	4,6433	4,7645	4,7748	4,7761	4,7284
$Q_k\left(\frac{\Omega_в}{\Lambda_п}+\frac{\Omega_R}{Y_п}\right)$	14,973	15,138	15,121	15,225	15,305	15,219	15,223
$t_в$,°С	25,9241	25,5579	25,4893	25,2728	25,2251	25,1358	25,0499

при формировании температурных колебаний в помещении птичника.

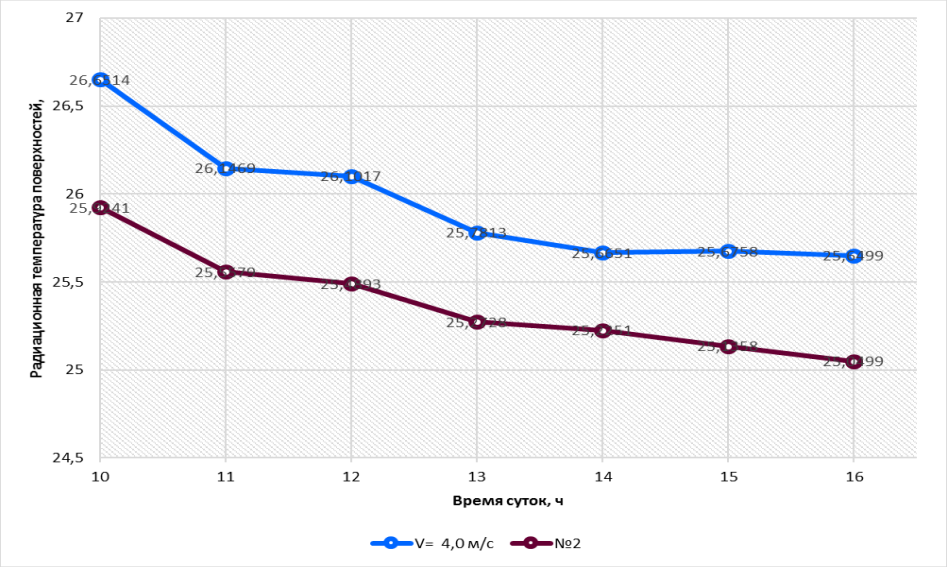


Рис. 2.9. Изменение радиационной температуры поверхностей в течении суток.

2.3. Физико-математическая модель теплопередачи и соблюдения влажностного режима в птичниках Дубоссарского района

Микроклимат в помещениях формируется в условиях воздействия на помещение внешней среды и факторов технологического процесса внутри здания [95]. Взаимодействие здания с внешней средой проявляется в виде потоков тепла, влаги и воздуха (рис.2.10). Направление и интенсивность тепловлаговоздухопередачи через наружные ограждения обусловлены разностью потенциалов, составляющих переноса тепла, влаги, воздуха. Определяющими являются параметры наружной среды: температура воздуха $t_н$, температура грунта $t_{гр}$, скорость и направление ветра (V), интенсивность прямой (S) и диффузной (D) солнечной радиации, парциальное давление водяного пара в воздухе $P_п$. Теплопередача через наружные ограждения определяется температурным напором между наружной и внутренней средой. В силу изменения наружных параметров во времени, передача тепла наружными ограждениями носит нестационарный характер. Тепловой поток, проходящий через окна, не искажается по величине и во времени из-за малой величины тепловой инерции оконных проемов. Массивные ограждения - стены, перекрытия передают тепловой поток трансформированным.

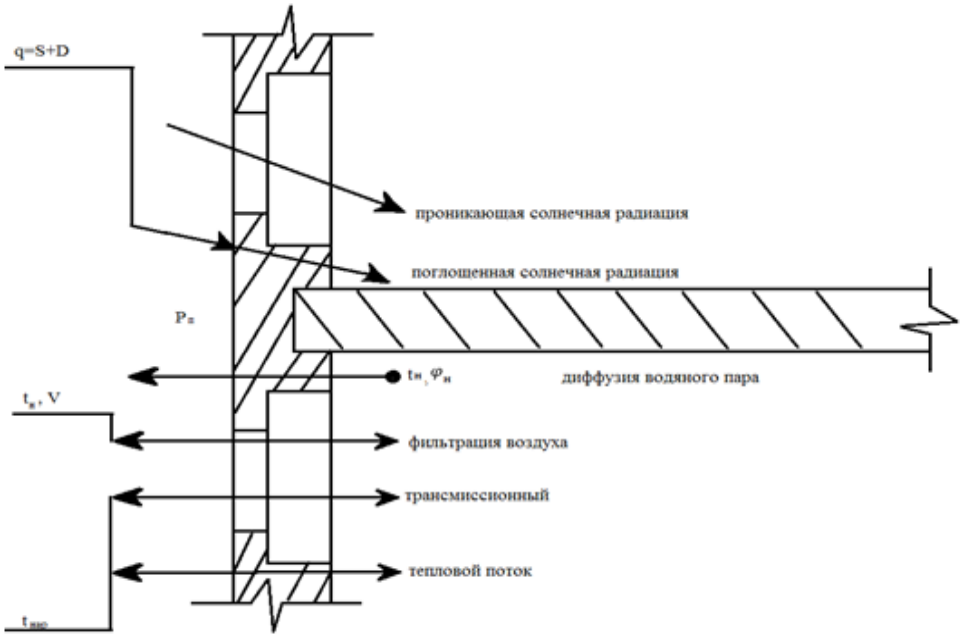


Рис. 2.10. Схема воздействия наружной среды на тепломассопередачу наружных ограждений.

В основу вывода математической модели теплопередачи положен закон сохранения энергии [75]. Количество тепла dQ, введенное в элементарный объем (рис.2.11) извне за время dτ вследствие теплопроводности и переноса теплоты от наружной поверхности через слой dx фильтрационным потоком равно изменению внутренней энергии воздуха;

q^0_x -трансмиссионный отток теплоты через слой d_xза единицу времени dτ

q^0_{x+dx}– трансмиссионный приток теплоты;

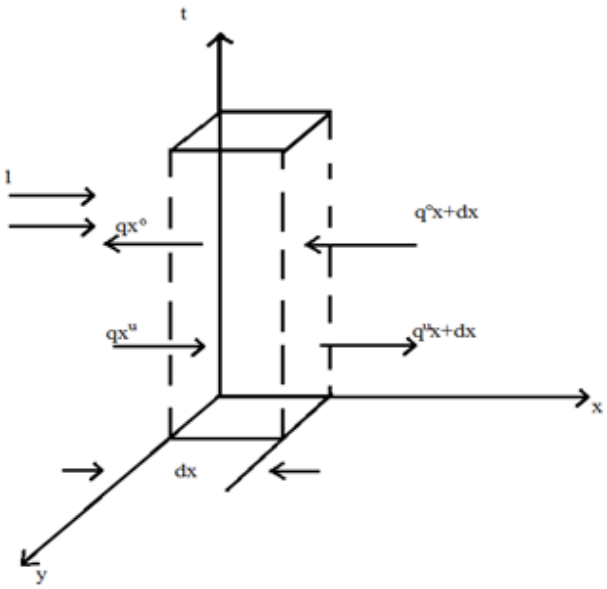


Рис. 2.11. Схема теплопередачи через пористое ограждение.

Изменение внутренней энергии между входящим и исходящим потоком

$$q^0 = q^0_x - q^0_{x+dx} \qquad (2.36)$$

Функция q_{x+dx} является непрерывной в рассматриваемом интервале dx и может быть разложена в ряд Тейлора:

$$q^0_{x+dx} = q^0_x + \frac{\partial q^0_x}{\partial x} dx + \frac{\partial^2 q^0_x}{\partial x^2} \frac{dx^2}{2!} + \ldots \qquad (2.37)$$

Ограничиваясь двумя первыми членами, можно получить:

$$q^0_{x+dx} = q^0_x + \frac{\partial q^0_x}{\partial x} dx \qquad (2.38)$$

Количество тепла, переданное теплопроводностью через пористое ограждение, описывается уравнением Фурье:

$$q_x^0 = -\lambda \frac{\text{дt}}{\text{дx}} \quad \text{тогда,} \tag{2.39}$$

$$q_{x+dx}^0 = -\lambda \frac{\text{дt}}{\text{дx}} - \lambda \frac{\text{д}}{\text{дx}}\left(\frac{\text{дt}}{\text{дx}}\right)dx \tag{2.40}$$

Подставляя (2.39) и (2.40) в (2.36) получаем

$$q^0 = -\lambda \frac{\text{дt}}{\text{дx}} - \left[-\lambda \frac{\text{дt}}{\text{дx}} - \lambda \frac{\text{д}}{\text{дx}}\left(\frac{\text{дt}}{\text{дx}}\right)dx\right] = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx \tag{2.41}$$

Количество теплоты, поступающее с фильтрационным потоком в слой dx [27]:

$$q^u = q_x^u - q_{x+dx}^u \tag{2.42}$$

где $q_x^u = c_в l \text{t}_\text{x}$ (2.43)

$$q_{x+dx}^u = c_в l \text{t}_{\text{x+dx}} dx^2 \tag{2.44}$$

где $c_в$- теплоемкость воздуха, кДж/кг°С;

l – удельный расход воздуха, м^3/кг.

Отсюда с учетом вышеприведенных формул получаем следующее выражение:

$$q^u = c_в l(\text{t}_\text{x} - t_{x+dx}) \tag{2.45}$$

$$t_{x+dx} = f(x) \tag{2.46}$$

$$\text{тогда } t_{x+dx} = t_x + \frac{\partial t_x}{\partial x} dx \tag{2.47}$$

$$q^u = c_в l(\text{t}_\text{x} - t_x - \frac{\partial t_x}{\partial x} dx) \tag{2.48}$$

С учетом трансмиссионного потока теплоты (2.41) и фильтрации воздуха (2.44) следует, что в слое пористого ограждения толщиной dx за время dτ будет оставаться некоторое количество теплоты:

$$dq = \left(\lambda \frac{\delta^2 t}{\delta x^2} dx^2 - c_в l \frac{\delta t}{\delta x} dx\right) d\tau \tag{2.49}$$

С учетом объемной теплоемкости к концу интервала времени dr и температуры слоя толщиной dx и рекомендаций Бодунова А.В. можно записать [28]:

$$cqdx \frac{\delta t}{\delta x} = \left(\lambda \frac{\delta^2 t}{\delta x^2} dx^2 d\tau - c_в l \frac{\delta t_x}{\delta x} dx d\tau\right) \tag{2.50}$$

$$cq\frac{\delta t}{\delta x}=\lambda\frac{\delta^2 t}{\delta x^2}-c_в l\frac{\delta t_x}{\delta x} \tag{2.51}$$

Учитывая направление ветрового давления, вызывающего экс фильтрацию или инфильтрацию [95] дифференциальное уравнение переноса теплоты через пористое ограждение в условиях неустановившегося движения воздуха будет представлено в следующем виде:

$$cq\frac{\delta t}{\delta x}=\lambda\frac{\delta^2 t}{\delta x^2}\pm c_в l\frac{\delta t_x}{\delta x} \tag{2.52}$$

2.4. Обоснование микроклиматических условий стационарной теплопередачи при фильтрации воздуха в птичнике

Воздействие наружной среды на распределение давления снаружи здания определяется скоростью ветра. При торможении потока воздуха на наветренной стороне здания возникает избыточное по отношению к атмосферному давлению. На заветренной стороне здания в зоне вихреобразования давление ниже атмосферного [95] (рис. 2.12).

Аэродинамический коэффициент как отношение действительных давлений к скоростному напору количественно с некоторыми допущениями принимается равным для наветренных вертикальных ограждений $К_{нав}$ = +0,8, для заветренных $К_{зав}$= -0,4 [139].

Зависимость между факторами, влияющими на разность давлений воздуха выражена в уравнении воздухообмена [53,85]. Основные факторы: ветровое, гравитационное давление, давление, создаваемое системой вентиляции [120].

При обтекании здания птичника невозмущенным потоком воздуха (рис.2.12, поз.7) возникают несколько зон с различными значениями давления по отношению к барометрическому: зона избыточного давления (рис.2.12, поз 2.) изона разряжения и вихревого движения воздуха (поз.4). Вследствие разности давлений между возмущенными потоками в границе зоны аэродинамического следа здания (поз.6) возникают вихреобразные потоки воздуха из зоны избыточного давления в зону разряжения (поз.8) и обратные потоки воздуха, входящие в зону аэродинамического следа (поз.5). Участок с нулевой скоростью движения воздуха (поз.1) образуется на границе между вихрями в зоне аэродинамического следа. Давление ветра или ветровой скоростной напор определяется его направлением [85], и определяется из выражения 2.53:

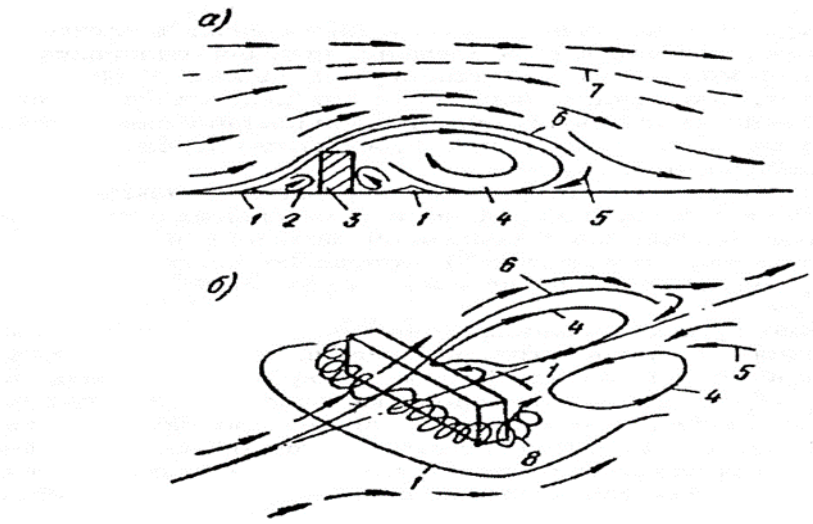


Рис.2.12. Схема обтекания здания невозмущенным потоком воздуха.

а) вертикальный разрез; б) – схема движения воздуха в зоне аэродинамического следа

$$\rho = \frac{Y \cdot \upsilon}{2g} \tag{2.53}$$

гдеγ - удельный вес воздуха при соответствующей температуре, кг/м^3;

v - скорость ветра, м/с;

g - ускорение свободного падения, g=9,81 м/с;

Помимо ветрового давления, перепад давления снаружи и внутри здания формируется гравитационным напором, обусловленным разностью объемного веса наружного и внутреннего воздуха. Совокупность двух факторов воздействия наружной среды на воздухообмен внутри здания птичника приводит к фильтрации наружного и внутреннего воздуха через проемы и неплотности в ограждениях. Величина действительного давления на поверхность зависит от ее формы, ориентации по отношению и направлению ветра, положения рассматриваемой точки на данной поверхности.

С учетом значений аэродинамических коэффициентов опредено внешнее давление на наветренную сторону:

$$\rho_{нав} = \frac{0{,}8\gamma_н \cdot v^2}{2g} \tag{2.54}$$

на заветренную сторону:

$$\rho_{нав} = \frac{-0{,}4\gamma_з \cdot v^2}{2g} \tag{2.55}$$

Давление ветра в помещениях без перегородок, параллельных наветренной и заветренной сторонам здания определено из соотношения 2.56:

$$p = \frac{K_{нав} + K_{зав}}{2} \cdot \gamma_н \cdot \frac{v^2}{2g} = 0{,}2 \cdot \gamma_н \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{2.56}$$

Перепад давлений по обе стороны наружных ограждений $\Delta p_{нав}$ и $\Delta p_{за}$ определяется как разность внутреннего и внешнего давления на ограждение:

$$\Delta\rho_{нав} = \rho_{нав} - \rho = \frac{0{,}8\gamma_н \cdot v^2}{2g} - 0{,}2 \cdot \gamma_н \cdot \frac{v^2}{2g} = 0{,}6 \cdot \gamma_н \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{2.57}$$

$$\Delta\rho_{зав} = \rho_{зав} - \rho = -\frac{0{,}4\gamma_н \cdot v^2}{2g} - 0{,}2 \cdot \gamma_н \cdot \frac{v^2}{2g} = -0{,}6 \cdot \gamma_н \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{2.58}$$

Перепад давлений по обе стороны ограждений от действия ветра равен:

$$\Delta\rho_{нав,зав} = \pm 0{,}6 \cdot \gamma_н \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{2.59}$$

Знак (-) соответствует инфильтрации, а знак (+) эксфильтрации воздуха.

Действие гравитационного давления сказывается в холодное время года. Вследствие разности удельных весов наружного и внутреннего воздуха наружный воздух стремится проникнуть в помещение, вытесняя нагретый воздух. В случае закрытых окон наружный воздух фильтруется в нижней части помещения через поры строительных материалов и неплотности ограждающих конструкций. При этом внутренний воздухподнимается в верхнюю часть помещения. Между нижней частью помещения, где происходит инфильтрация и верхней, где происходит эксфильтрация, имеется нейтральная зона, в которой значения давлений равны.

Величина избыточного давления для любого уровня изолированного помещения может быть определена по формуле:

$$\Delta\rho = (m_н - m_в)H \tag{2.60}$$

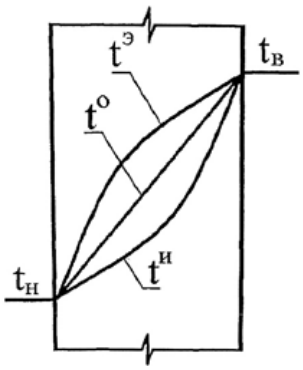


Рис.2.13. Температурное поле в ограждении.

где $m_Н$, $m_В$ - соответственно объемная масса наружного и внутреннего воздуха, кг/м;

Н- расстояние по вертикали от данного уровня до нейтральной зоны, м.

Величина сопротивления воздухопроницанию $R_и$ складывается из сопротивлений ограждений здания, сопротивлений щелей, притворов и вентиляционных каналов. Значение сопротивления каждого из составляющих определяется с учетом конфигурации [46,61,79]. Фактором, влияющим на объемы инфильтрующегося и эксфильтрующегося воздуха, является площадь неплотностей в дверных и оконных проемах. Ширина щелей притворов без уплотнения: для наружных дверей 3…4 мм; для распашных

дверей 4 мм [46]. На распределение давления в помещении существенно влияет наличие вентиляции. Распределение температур при фильтрации воздуха через толщу ограждения происходит со смещением температур по отношению к расчетной кривой при отсутствии фильтрации (рис.2.13). Изотерма t_o выражает прямолинейную зависимостьизменения температуры при передаче тепла теплопроводностью. При эксфильтрации вся кривая смещается вверх, происходит повышение температуры в каждом сечении ограждения. Инфильтрация сопровождается понижением температуры в каждом сечении стенки, теплота расходуется на нагрев холодного наружного воздуха [28]. Теплофизический расчет заключается в определении требуемого сопротивления теплопередачи (R_0), и требуемого сопротивления воздухопроницанию (R_x), поиске неблагоприятных сочетаний внешних климатических воздействий, анализа распределения перепадов давлений по наружной поверхности здания. Зависимость между расходом инфильтрующегося воздуха и сопротивлением теплопередаче воздухопроницаемых ограждений выражается зависимостью [28]:

$$t_x = t_н + (t_в - t_н)\frac{\exp(c_в l R_x) - 1}{\exp(c_в l R_0) - 1} \tag{2.61}$$

Если $l = l^{инф}$,то

$$t_x = t_н + (t_в - t_н)\frac{\exp(c_в l^{инф} R_x) - 1}{\exp(c_в l^{инф} R_0) - 1} \tag{2.62}$$

Валовым В.М. [41] предложена критериальная зависимость между требуемым терми-ческим сопротивлением и расходом инфильтрующегося воздуха, позволяющая выявить условие поддержания теплового баланса здания. Требуемое сопротивление теплопередачи составляет:

$$R_0^{тр} = \frac{1}{c_в l^{инф}} \ln\left[\frac{\Delta t_н}{\Delta t_н + (t_в - t_н)\exp(c_в l^{инф} R_0) - 1}\right] \tag{2.63}$$

В общем уравнении теплового баланса помещения (формула 1.5) количество теплоты, выделяемое от источников внутри помещения можно обобщить и представить, как допол-нительное количество теплоты, выделяемое внутри здания $Q_{доп}$

$$Q_{рад} + Q_{осв} + Q_{об} - Q_{от} - Q_{инф} \pm Q_к \pm Q_м = Q_{доп} \tag{2.64}$$

Тогда общее уравнение теплового баланса принимает вид:

$$Q_{ПГ}^{явн} - Q_в - Q_{огр} - Q_{доп} = 0 \tag{2.65}$$

Количество теплоты, уходящее через ограждающие конструкции здания $Q_{огр}$, представляет собой возврат трансмиссионной теплоты инфильтрующимся воздухом.

$$\frac{c_в l^{инф}(t_в - t_н)}{\exp(c_в l^{инф} R_0) - 1} F_{инф} = Q_{ПГ}^{явн} - Q_в - Q_{огр} - Q_{доп} \tag{2.66}$$

Тогда с учетом возврата трансмиссионной теплоты инфильтрующимся воздухом и формулой (2.61) можно записать в следующем виде:

$$\exp\left(c_в l^{инф} R_0\right) = 1 + \frac{c_в l^{инф}\left(t_в - t_н\right)}{Q_{ПГ}^{явн} - Q_в - Q_{огр} - Q_{доп}} \cdot F_{инф} \tag{2.67}$$

При решении системы уравнений (2.61) и (2.67) определено целесообразное сочетание требуемого термического сопротивления, расхода инфильтрующегося воздуха, обеспечи-вающего поддержание теплового баланса:

$$R_0 = \frac{1}{c_в l^{инф}} \ln\left[1 + \frac{c_в l^{инф} F_{инф}(t_в - t_н)}{Q_{ПГ}^{явн} + c_в G_{тр}(t_в - t_н) - Q_{доп}}\right] \tag{2.68}$$

Расчетные значения целесообразного термического сопротивления R_0, общего сопротивления теплопередачи $R_в$ и требуемого термического сопротивления $R_{04}^{тр}$ для климатических условий центральной зоны Молдовы представлены в Приложении 3.,

Максимальный расход инфильтрующегося воздуха определяется следующим образом:

$$l_{инф}^{\max} = \frac{1}{c_в R_в} \ln\left(\frac{t - t_н}{t_в - t_н}\right) \tag{2.69}$$

По нормам проектирования величина инфильтрации воздуха через пористое ограждение произвольной толщины не должна превышать 1кг/м^{2}ч.

Нами рассчитан максимальный расход инфильтрующегося воздуха через пористое ограждение в птичнике исходя из значений температуры внутреннего, наружного воздуха за период 11.03.2014…21.03.2014г., теплоемкость воздуха определялась по соответствующим значениям температуры, коэффициент теплоотдачи принят для условий конвективного теплообмена в ограниченном объеме (Приложение 3). Расчетные значения нами сравнивались с нормативными. Максимальный расход инфильтрующегося воздуха 12540 м^3/ч (форм.2.69) имеет место при следующем сочетании наружного и внутреннего воздуха: $t_н$ = 17°С, $t_в$ = 24 °С.Удельный расход инфильтрующегося воздуха составил 4,36 кг/м^{2}ч.

Нестационарный температурный режим ограждения формируется при расходе инфильтрующегося воздуха 1…3 кг/м^{2}ч. При нестационарном температурном режимепроисходитувеличение дополнительных теплопотерь на 5% [187]. Анализ проведенных расчетов подтверждает зависимость количества инфильтрующегося воздуха от температуры и предполагает превышения расход тепла системой вентиляции вследствии увеличения теплопотерь.

2.5. Обоснование микроклиматических условий для обеспечения стационарного влажностного режима в птичнике

Основной возмущающий фактор, определяющий характер формирования параметров воздуха внутри здания – климатический – температура наружного воздуха $t_{н.}$ [70].

Температура наружного воздуха имеет достаточно выраженный колебательный характер в течении суток и периодов года. В первой главе работы приведены результаты исследований, проводимых на базе кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция» Бендерского политехнического филиала ГОУ ПГУ им. Шевченко Т.Г. в период 2010...2014 г.г., в результате которых выявлены величины температурных колебаний 3,5…5,1°С (рис. 1.2). При прохождении атмосферных фронтов изменения температурных колебаний могут составлять величину 6,8 °С [176].

Вследствии возникающего градиента температуры образуется тепловой напор, способствующий интенсивному теплообмену [21]. Кроме воздействия температурных и ветровых факторов воздухопроницаемые наружные конструкции здания подвержены влиянию специфических влажностных процессов. В зимний период происходит диффузионное перемещение водяного пара через ограждение от внутренней поверхности к наружной. При наличии градиента давления внутреннего и наружного воздуха возникает дополнительный фильтрационный перенос влаги через пористое ограждение, в случае эксфильтрации, совпадающий с диффузионным, обратным ему – при инфильтрации [28]. В зимний период поверхности ограждения увлажняются/осушаются по причине разности упругости водяных паров воздуха, и упругости водяных паров, находящихся в толще ограждения.

Фильтрация влажного воздуха через ограждение сопровождается накоплением/ удалением влаги. Общий поток влаги через многослойную конструкцию в стационарном состоянии является величиной непостоянной. Изменение количества влагичерез элементарный слой dRп будет определяться следующим образом:

$$\frac{dG_{П}}{dR_{П}} = \frac{d^2e}{dR_{П}^2} \qquad (2.70)$$

где $G_{п}$ - массовый расход влаги, г/час;

$R_{п}$ - сопротивление паропроницанию слоев до рассматриваемой точки, м^{2}час*ГПа/г;

e - упругость водяного пара, ГПа.

Влагосодержание наружного воздуха значительно меньше внутреннего за счет подмешивания водяного пара из материала ограждения в количестве $\Delta G_{п}$, г/час и водяного пара из наружного воздуха в количестве W кг/ч, поэтому уравнение баланса водяного пара принимает следующий вид:

$$d_{нач} + \frac{\Delta G_{П}}{W} = d_{кон} \tag{2.71}$$

где $d_{нач}$- влагосодержание наружного воздуха, г/кг сух. воздуха;

$d_{кон}$- влагосодержание внутреннего воздуха, г/кг сух. воздуха.

Увеличение влагосодержания фильтрующегося воздуха произойдет за счет фильтрационного влагообмена на величину

$$\Delta G_{ï} = W\Delta d \tag{2.72}$$

Значения влагоемкость воздухаζвг/(кг*ГПа) и упругости водяного пара связаны следующими зависимостями [20,132]:

$$\xi_{в} = \frac{\Delta d}{\Delta e} \tag{2.73}$$

$$e = \frac{\mathrm{P}_{б} d}{622 + d} \tag{2.74}$$

При преобразовании формулы (2.72) с помощью формулы (2.73) [41,28], можно полчить следующую зависимость:

$$\Delta G_{П} = W\xi_{в}\Delta e \tag{2.75}$$

Увеличение влагосодержания фильтрующегося воздуха происходит за счет массы влаги из материала, поэтому дифференциальное уравнение распределения упругости водяного пара при фильтрации воздуха приобретает вид:

$$\frac{d^2 e}{dR_{П}^2} - W\xi_{в} \cdot \left(\frac{de}{dR_{П}} \right) = 0 \tag{2.76}$$

Уравнение (2.76) говорит о подобии процессов тепло- и влагообмена при фильтрации воздуха через толщу ограждающих конструкций [92]. При эксфильтрации оно будет отли-чатся знаком у второго члена. Дальнейшее решение уравнения (2.76) будет иметь вид [41]:

$$e = \left(\frac{1}{W\xi_{в}} \right) \cdot \exp(\mathrm{W}\xi_{\mathrm{в}} R_{П} + C_1) + C_2 \tag{2.77}$$

Константы C_1, C_2 определяются из граничных условий: при $R_{п}$ =0, $e = e_{п}$; при $R_{п} = R_{оп}$,$e = e_{в}$. Распределение полей упругости водяного пара для области $0 < R_{п} < R_{оп}$ у наружной поверхности при инфильтрации подчиняются следующей зависимости:

$$e_{x}^{è} = e_{í} + (e_{â} - e_{í}) \frac{exp(\xi_{â} W R_{Xï}) - 1}{exp(\xi_{â} W R_{ñï}) - 1} \tag{2.78}$$

Для случая эксфильтрации распределение полей упругости водяного пара будет следующим:

$$e_x^u = e_н + (e_в - e_н)\frac{\exp(-\xi_в WR_{ХП}) - 1}{\exp(-\xi_в WR_{ОП}) - 1} \qquad (2.79)$$

Зона возможной конденсации в холодный период годаприсутствует при эксфильтрации воздуха, а при инфильтрации воздуха – минимальна. Уменьшение зоны возможной конденсации при инфильтрации воздуха и поддержание расчетных теплофизических характеристик значимо для многослойных воздухопроницаемых наружных ограждений [28]. При наложении кривых максимального парциального давления водяных паров и действительных парциальных давлений холодного периода года (рис.2.14) вытекают следующие выводы: зона возможной конденсации в однослойном наружном ограждении присутствует при эксфильтрации воздуха, при инфильтрации воздуха – зона возможной конденсации минимальна. Уменьшение зоны возможной конденсации при инфильтрации воздуха и поддержание расчетных теплофизических характеристик наиболее значимо для многослойных наружных ограждений, в том числе воздухопроницаемых. Определение стационарного влажностного режима при фильтрации воздуха используется для прогнозирования влияния фильтрации на влажностное состояние ограждения.

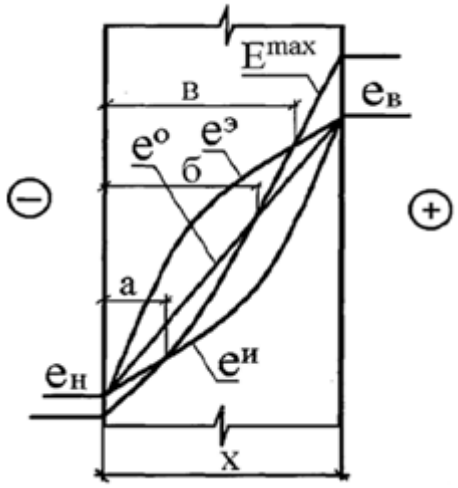


Рис. 2.14. Зоны возможной конденсации.

В теплое время года повышенная влажность воздуха способствует развитию и распространению патогенной флоры особенно усиливается влияние этого фактора с увеличением температуры. Для конструкции многослойного ограждения стены толщиной 525 мм птичника ООО «Калиюга Плюс» был проведен теплофизический расчет по влажностному и температурному режиму. В тепловом балансе птичника с влажностью воздуха связан теплообмен. При температуре воздуха ниже 10°С повышенная влажность усиливает теплоотдачу, а при высокой температуре замедляет.

Одним из путей совершенствования теплозащитных качеств, ограждающих конструкций птичников является применение воздухопроницаемых конструкций, в которых проявляются условия поровой инфильтрации воздуха [28]. В условиях поровой инфильтрации воздухопроницаемое ограждение работает по принципу регенеративного теплообменника. Если существует большой расход инфильтрующегося воздуха через воздухопроницаемое ограждение, то трансмиссионная теплота полностью затрачивается на нагрев наружного воздуха. Причиной появления конденсата является образование непроницаемых участков на поверх-

ности ограждения, возможность контакта внутреннего влажного воздуха с охлажденной поверхностью ограждения. При поровой инфильтрации воздуха проявляется эффект фильтрования приточного воздуха от различных примесей, диффузионный перенос, снижающий загазованность. Инфильтрующийся воздух интенсивно отбирает влагу из пор материала ограждения [100].

Максимального использования поровой инфильтрации в установке регулирования микроклимата достигается созданием в объеме установки разрежения за счет действия вытяжных вентиляторов.

2.6. Обоснование методов снижения токсичности

Азотосодержащие соединения, содержащиеся в фекальной массе птицы при темпе-ратуре субстанции 35 °С, водородном показателе рН9,0 и влажности 40…60 % бактериально и энзимно разлагаются, приводит к образованию аммиака. Высокая концентрация аммиака в воздухе птичника при длительном воздействии становится фактором риска для поголовья птицы: снижению защитных функций организма, увеличению частоты возникновения инфекций, к сокращению потребления корма, снижению продуктивности и, как следствие, прямым экономическим потерям. Кроме того, увеличение концентрации аммиака в воздухе изменяет консистенцию помета, заболеванию клоаки птицы, что является причиной усиления каннибализма в стаде, обуславливая повышенный стресс, проявляющийся в агрессивном выклёвывании перьев.

Одной птицей выделяет ежедневно 100…170 г свежего помета с концентрацией азота 13…17 г/кг.За период выращивания 49 дней в птицеводческом хозяйстве ООО «Калиюга Плюс» от поголовья 15,5 тысяч в одном птичнике выделяется от9,0 до 12,0 тыс. т азота.

В связи с этим особую актуальность приобретает использование технологий озонирования [167]:

1) Дезинфекция инкубационных и пищевых яиц озоном;
2) Стимуляция эмбрионального развития. При обработке яиц озоном достигается 92...98% эффект дезинфекции, повышается вывод молодняка и его сохранность на 0,8...2,0% (табл.2.1).
3) Обработка кормов озоном снижает наличие микрофлоры и токсинов (табл.2.2), повышает биологическую ценность кормов.

Таблица 2.1 Влияние содержания озона на выращивание молодняка

Вид птицы	Кол-во микрофлоры на скорлупе, колоний на 1 см^2		Вывод молодняка, %		Сохранность поголовья, %	
	Озон	Без озона	Озон	Без озона	Озон	Без озона
Куры яичные	12	780	86,4	83,9	97,8	97,0
Куры мясные	24	913	81,8	79,4	94,8	93,8

Таблица 2.2 Влияниесодержания микрофлоры колоний и токсинов на корма

Показатель	Пшеница		Комбикорм	
	Исходная	Озонированная	Исходный	Озонированный
Микрофлора колоний в 1 г	946	63	27840	91
Токсины, мг/кг	5,11	0,12	4,87	0,18

Таблица 2.3 Показатели качества мяса при озонировании

Способ обработки озоном	Микрофлора колоний в 1 мл смыва		Потеря массы,%		Нежность, мм		Срок хранения, дней	
	до хранения	после хранения	до хранения	после хранения	до хранения	после хранения	до хранения	после хранения
До созревания, 1 ч	677/590	75/130	6,4	12,0	3,24	3,13	30	22
После созревания, 1 ч	1820/1770	165/220	7,6	9,4	2,95	2,50	28	25
В период хранения,постоянно	1240/13030	150/50	6,6	10,7	2,9	2,54	26	21
При охлаждении в воде	790/840	70/55	7,2	8,6	2,35	2,73	28	21
Без озона	1880/2450	2120/2970	11,9	10,2	2,75	2,65	7	5

4) Озонирование мяса птицы снижает потери в процессе переработки и хранения, повышает его сохранность (табл. 2.3) при температуре + 4 °С в 4 раза.
5) Дезинфекция, дезодорация, озонирование сточных вод с последующим сбросом в водоем. Очистка воздуха птичников в замкнутом цикле с использованием промывочных систем для удаления неорганических и органических соединений (табл.2.4).

При использовании такой схемы серосодержащие соединения переходят в сульфатную форму, азотистые в нитратную, пыль осаждается в отстойнике и используется как удобрение. Сульфатные и азотисты соединения и двуокись углерода переводятся в карбонатные

Таблица 2.4 Показатели качества исходного и обработанного озоном воздуха

Показатели качества воздуха	**Исходный воздух**	**Обработанный воздух**
Сероводород, мг/л	0,15	0,0002
Аммиак, мг/л	0,12	0,004
Углекислый газ, г/л	14,2	0,2
Органические соединения, мг/л	0,2	0
Метанол, мг/л	0,1	0
Кислород,% объем	21,2	21,7
Озон,мг/м^3	-	0,05
Температура,°С	17,9	18,8
Влажность,%	71,0	64,0
Микрофлора колоний,м^3	27480	200

содово-щелочные соединения, которые используются как моющие средства. В результате применения замкнутого циклаочистки воздухас использованием промывочных систем для удаления неорганических и органических соединений по воздухообмену в установке для регулирования микроклимата создается замкнутый безотходный цикл.

2.7. Выводы к второй главе

1. Определен объект регулирования параметров микроклимата – птицеводческое поме-щение закрытого типа, представляющий собой термодинамическую систему, состоящую из подсистем теплообмена с сосредоточенными и распределенными параметрами.
2. Установленыматематические зависимости, описывающие закономерности изменения параметров регулирования микроклимата в птичнике.
3. Предложены схемы теплообмена для конвективных и лучистых тепловых потоков при установившемся тепловом режиме.
4. Разработана физико-математическая модель, позволяющая корректировать заданные параметры микроклимата в птицеводческом помещении.
5. Получено обобщенное уравнение (формула 2.31) описывающее конвективный харак-тер формирования температурного режима в птичнике.
6. Определен характер распределения полей упругости водяного пара у наружной поверхности ограждения при фильтрации воздуха.

3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

На основании теоретических исследований выявлены зависимости параметров микроклимата в помещениях содержания птицы от комплексного соотношения теплового, воздушного и влажностного балансов.

Анализ полученных уравнений позволил дать теоретическое обоснование их оптимальных параметров. В экспериментальных исследованиях предусматривалась постановка опытов, необходимых для проверки теоретических выводов и окончательного обоснования их параметров.

3.1. Программа исследований

Программой экспериментальной части выполняемой работы предусматривалось:

- разработать опытную лабораторную установку;

- определение температурных и скоростных полей потоков воздуха внутри поперечного сечения опытной лабораторной установки;

- сравнение температурных и скоростных полей с коэффициентами неравномерности распределения температур и скоростей, оцениваемыми отношением среднего квадратичного отклонения к средней величине;

- сравнение скоростных полей с величиной участков с нормальной, повышенной и пониженной скоростью движения воздуха в зоне расположения птицы;

- в производственных условиях получить выбор наиболее рациональной системы соз-дания оптимальных параметров микроклимата в птичниках с напольным содержанием пти-цы.

3.2. Разработка опытной лабораторной установки

Опытная лабораторная установка разрабатывалась с целью исследования температурных и скоростных потоков воздуха в закрытом ограниченном пространстве с последующим сравнением их с коэффициентами неравномерности распределения температур и скоростей, сравнения скоростных полей с величиной участков с нормальной, повышенной и пониженной скоростью движения воздуха в зоне расположения моделей птицы.

Опытная лабораторная установка (рис 3.1) представляет собой модель с геометри-ческими параметрами 6 × 4 × 1 м в которой искусственно создается подвижная регулируемая воздушная среда, создаваемая системой приточных и вытяжных вентиляторов, нагрева-тельных и влажностных приборов.Опытная лабораторная установка оснащена автомати-зированной системой контроля и регулирования параметров воздушной среды. Питание автоматизированной системы осуществляется от однофазной электрической сети.

Методика исследований основана на определении зависимости между удельной тепло-напряженностьюобъема рабочей среды установки, температуры и скорости наружного воздуха. Воздушная рабочая среда моделировалась в соответствии с санитарными нормами и правилами [173]

при следующих условиях: холодный период характеризовался температурой $t_н$ равной - 15 °С, переходный период $t_н$ +10°С. Геометрический масштаб опытной лабораторной установки 1:3, масштаб разности температур 1 °С.

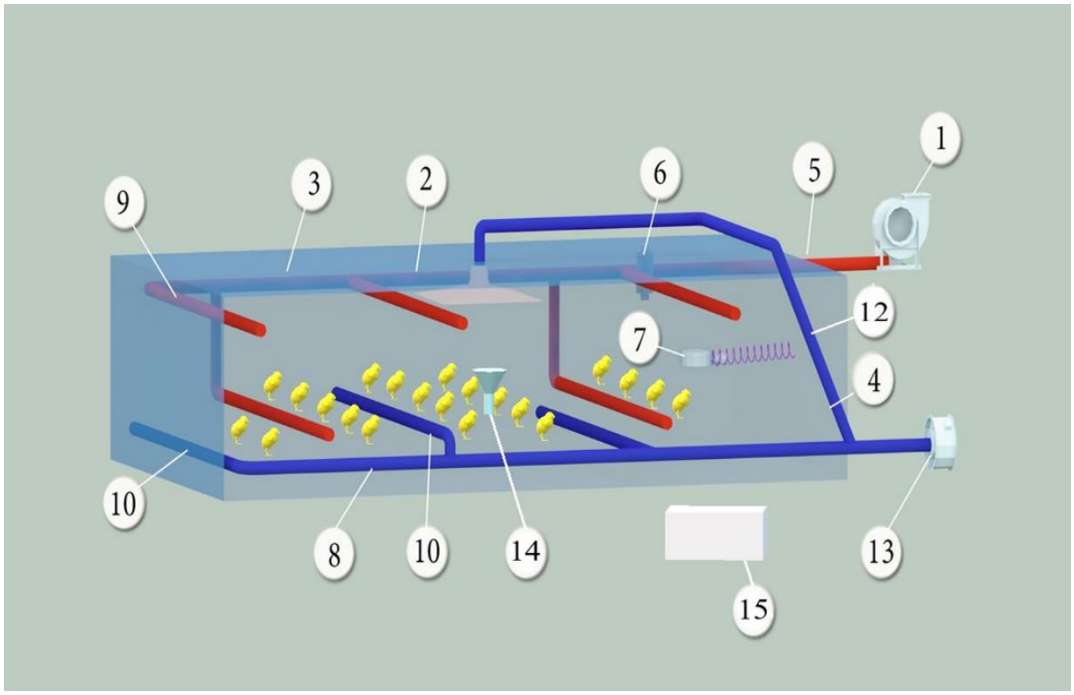


Рис. 3.1. Технологическая схема опытной лабораторной установки.

Основными элементами опытной лабораторной установки являютсяприточный (Рис. 3.1,поз.1) и вытяжной вентиляторы (поз.13),приточный (поз.2) и вытяжные(поз.8,12) магистральные воздуховоды, приточные (поз.9)и вытяжные воздухопроводы(поз.10) электро-тепловой нагревательный прибор(поз.3), датчики температуры приточного воздуха (поз.5) в магистральном воздуховоде, датчик температуры воздуха в объемы установки (поз.7), микрометрическая трубка (поз.6) для замера скорости воздуха, распылитель воды (поз.14), воздушный клапан переключения (поз.4), автоматизированный пульт управления установки(поз.15).

Рис.3.2. Опытная лабораторная установка.

Одинаковые по конфигурации и величине макеты птиц располагались симметрично по длине опытной лабораторной установки. Наружные ограждения опытной лабораторной установки были выполнены двойными, для достижения подобия теплопотерь ограждения подогревались электронагревательным прибором. Электронагревательными элементами подогревались модели птиц и приточный воздух. Схемы воздушных потоков были представлены рассредоточенной подачей свежего воздуха через воздуховоды с отверстиями под различными углами подачи воздуха в зону расположения макетов птиц. Удаление загрязненного воздуха осуществлялось из верхней и нижней зон опытной лабораторной установки.

Таблица 3.1 Варианты исследуемых схем воздущных потоков в опытной лабораторной установке.

Приток				Вытяжка		
Место	Вариант	α_1^0	$t_н$, °С	Из верхней зоны	Из нижней зоны	
				I	II	III
В верхней зоне	1	0	-15			
			10			
	2	30	-15			
			10			
	3	60	-15			
			10			-
	4	90	-15			
			10		-	
	5	120	-15			
			10			
	6	30	-15		-	
			10			
	7	30	-15			-
			10			
В нижней зоне	8	0	-15		-	-
			10			

α- угол подачи приточного воздуха ; $t_н$ - температура наружного воздуха

Конструкция опытной лабораторной установки (рис.3.2) дала возможность исследовать схемы воздушных потоков (табл.3.1) с рассредоточенной подачей через приточные воздуховоды (поз.2,9) под различными углами подачи приточного воздуха в зону расположения макетов птицы. С помощью автоматизированного пульта управления опытной лабораторной установки (поз.15)осуществлялось переключение воздушного клапана, устанавливался необходимый режим работы вытяжных и приточных вентиляторов установки. Температур-но-влажностный режим устанавливался электротепловым нагревательным прибором и распылителем воды. Угол наклона потока приточного воздуха изменялсяв пределах 0…120 ° к горизонтали. Визуальное наблюдение движения воздушных потоков по объему опытной лабораторной установки осуществлялось при помощи задымления.

Функциональная схема регулирования параметров работы установки (рис. 3.3) представляет собой замкнутую систему, состоящую из регулятора (Р), воспринимающего элемента (СЕ), исполнительного механизма (ИЭ), объекта управления (птичника) (ОК), элемента сравнения (ЭП). Температура в птичнике измеряется первичным преобразователем темпера
Туры (СЕ), подается в виде сопротивления на элемент сравнения (ЭП).

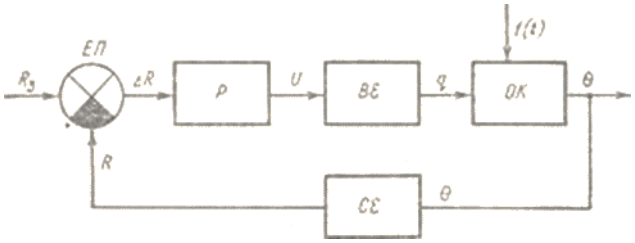


Рис. 3.3. Функциональная схема регулирования параметров работы установки.

Если эта температура в птичникеотличается от заданной, сигнал регулятора (Р) усиливается и подается на исполнительный механизм (ИЭ), который регулирует подачу воздуха. Автоматизированный пульт управления опытной лабораторной установки (ЕП) обеспечивает следующие функции: ступенчатое изменение частоты вращения электродвигателя при изменении температуры воздуха в птичнике, автоматический выбор количества работающих вентиляторов в зависимости от температуры, автоматическое отключение вентиляторов при понижении температуры, ручное включение и отключение вентиляторов, защиту электродвигателей и линий питания от короткого замыкания и аварийных ситуаций.

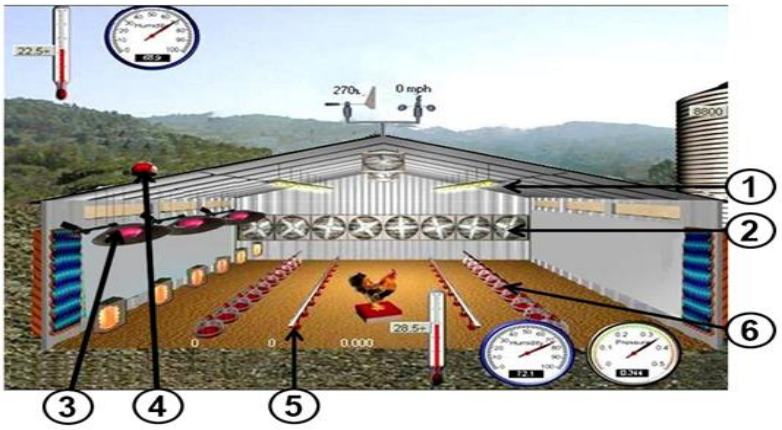


Рис. 3.4. Принципиальная схема регулирования параметров воздуха в птичнике.

Приток воздуха обеспечивается через вентиляционные шахты (рис.3.4, поз.1) располо-женные в перекрытии. Вытяжка обеспечивается осевыми вентиляторами (рис.3.4, поз.2) расположенными на боковых стенах птичника. Регулирование подачи воздуха осуществляется изменением частоты вращения вентиляторов, дифференцированной степени открытия заслонок приточных шахт и приточного стенного клапана (рис.3.4, поз.4), удерживаемыми в закрытом положении пружинами. При необходимости приточный воздух перед подачей в ЗРП дополнительно подогревается теплогенераторами (рис.3.4, поз.3).

Во всех вариантах схем воздушных потоков по объему опытной лабораторной установки-замерялись температура, скорость движения воздуха, температура приточного, вытяжного воздуха. Воздухообмен контролировался по расходу приточного и удаляемого воздуха из опытной лабораторной установки, расход воздуха определялся по значениям скоростных давлений, определяемых микрометрической трубкой. Мощность электродвигателей контролировалась ваттметром. Все приборы имели необходимый класс точности и свидетельства о поверке.

В процессе производственных исследований анализировались результаты следующихспособов подачи воздуха в объем ЗРП птичника:

- тоннельная вентиляция со стенным притоком, приток и вытяжка сосредоточенные;

- рассредоточенная подача воздуха через перфорированный воздуховод переменного сечения размером 2 х 0,6 м., длиной 4 м., смонтированном в верхней зоне вдоль несущих стен птичника. Высота подвеса воздуховода 2,2 м.

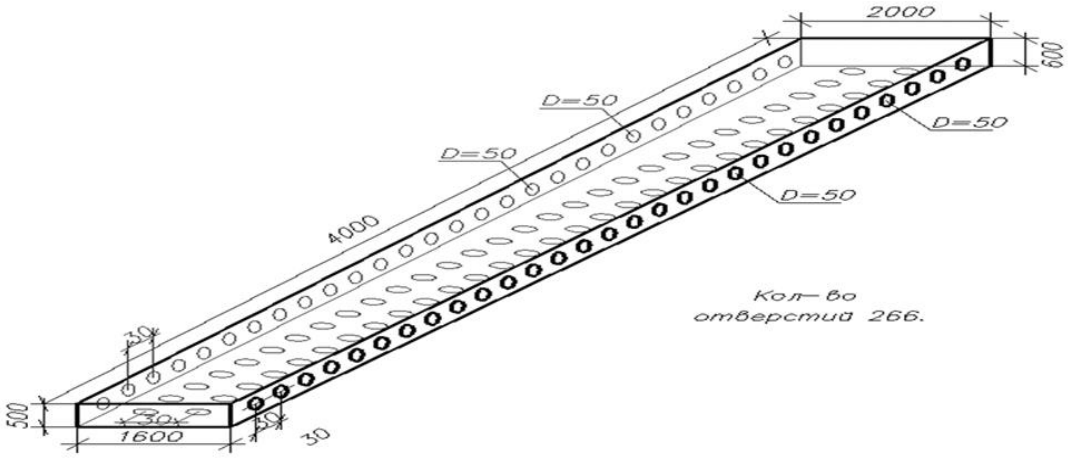


Рис. 3.5. Эскиз перфорированного воздуховода переменного сечения.

Методика производственных исследований состояла в замерах параметров воздушной среды в трех сечениях поперек и в трех сечениях вдоль помещения на одном уровне в ЗРП в трехкратной повторяемости. Высота рабочей зоны 0,8 м при напольном содержании регламентирована нормами технологического проектирования птицеводческих предприятий [137]. Замеры в крайних сечениях выполнялись в трех диагонально расположенных точках на расстоянии 0,8…3,0 метра друг от друга и в центре оси сечения. В среднем сечении точ-ки замеров находились на расстоянии 0,8 метра от продольных стен и в центре помещения. Работы выполнялись в следующей последовательности: в каждом сечении выбирались 5 точек, характерных по микроклиматическим показателям, в которых проводились замеры параметров воздушной среды. В каждой точке измерялась температура, относительная влажность воздуха, концентрация вредных газов, скорость и направление воздушных потоков. Полученные данные отображались графически в соответствующих ординатах.

Исследования основывались на :

- снятии температурных и скоростных полей внутри поперечного сечения опытной лабораторной установки;
- сравнении температурных и скоростных полей с коэффициентом неравномерности распределения температур и скоростей, оцениваемым отношением среднего квадратичного отклонения к его средней величине;
- сравнении скоростных полей с величиной участков с нормальной, повышенной и пониженной скоростью движения воздуха в зоне расположения моделей птиц.

3.3. Методика планирования экспериментальных исследований в лабораторных и производственных условиях

Для проведения многофакторных исследований нами использовался пакет программ Stat Graphics 2016 который позволил сформировать таблицу – матрицу наблюдений типа В. Построение плана эксперимента сводилось к следующему: выбор не коррелируемых факторов, определение центра планаи интервала варьирования по каждой кодированной переменной, составление матрицы плана (табл.3.2).

Таблица 3.2 Матрица планирования эксперимента

№ эксперимента	X_0 f_0.,м²	X_1 ζ	X_2 - n	X_3 $t_н$,°С	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	У
1	+	-	-	+	+	-	-	+	У1
2	+	+	-	-	-	+	-	-	У2
3	+	-	+	+		-	+	-	У3
4	+	+	+	+	+	+	+	+	У4
5	+	-	-	-	+	+	+	-	У5
6	+	+	-	-	-	-	+	+	У6
7	+	-	+	-	-	+	-	+	У7
8	+	+	+	-	+	-	-	-	У8

Для уменьшения числа факторов, влияющих на параметры оптимизации конструктивных и технологических параметров установки регулирования микроклимата, был принят конкретный объем опытной лабораторной установки. В качестве факторов были выбраны следующие величины:

- f_0 - удельная площадь распределительных отверстий, м^2;
- ζ - доля воздуха, удаляемая из верхней зоны;
- n- число воздуховодов;
- $t_н$ - наружная температура, определяющая интенсивностьвоздухообмена и темпе-ратуру входящего воздуха, ° С.

За критерии оптимизации приняты величины, характеризующие эффективность работы опытной лабораторной установки [105]:

- средняя скорость $\upsilon_ж$ движения воздуха в зоне расположения моделей птиц, м/сек;
- неравномерность s_υ распределения воздушных потоков, оцениваемая среднимквадра-тическим отклонением изменений скорости в отдельных участках зоны расположения моделей птиц, м/сек;
- неравномерность распределения температуры по объему опытной лабораторной установки, °С.

Для получения вариантов схем воздушных потоков, предусмотренным планом, изменялось число воздуховодов, размеры распределительных отверстий, место удаления воздуха, кратность воздухообмена, температура приточного воздуха. По поперечному сечению опытной лабораторной установки изменялась температура и скорость движения воздуха. Результаты многофакторных исследований представлены в приложении 15.

3.4. Обработка результатов производственных исследований.

3.4.1. Результатыобработки эксперимента по определению критерия оптимизации $\upsilon_ж$, м/с в холодный период года

Реализуемый StatGraphics 2016 алгоритм обработки данных позволил получить линейные, экспоненциальные и степенные варианты уравнений регрессии и уровень достоверности и средняя абсолютная погрешность. В процессе анализа определялись все взаимодействия факторов, влияющих на параметры оптимизации с учетом стандартной погрешности и погрешности выборки. Оптимальные значения не коррелируемых факторов в кодированной и раскодированной виде и уравнения регрессии. Дисперсии коэффициентов рассчитывались с помощью корреляционной матрицы. Целью оптимизации являлось определение максимальнойсредней скорости движения воздуха в ЗРП.Диаграмма Pareto (Рис.3.6) позволила ранжировать значимость факторов f_0 и n в порядке их убывания.

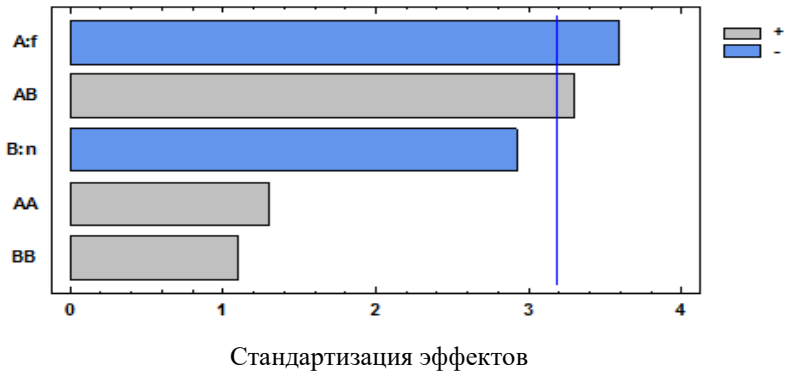


Рис.3.6. Стандартизированная диаграмма Pareto для $\upsilon_ж$,м/с(-15°С).

Таблица 3.3 Анализ дисперсийυж, м/с (-15°С)

Источник	Сумма квад-ратов	Df	Среднеквадра-тичное значение	F- коэффи-циент	P- значение
A: f_0	0,0682667	1	0,0682667	12,93	0,0369
B: n	0,0450667	1	0,0450667	8,53	0,0614
AA	0,00888889	1	0,00888889	1,68	0,2853
AB	0,0576	1	0,0576	10,91	0,0457
BB	0,00642222	1	0,00642222	1,22	0,3507
Погреш-ность	0,0158444	3	0,00528148		
Итого:	0,202089	8			

Доля дисперсии зависимой переменной 92,1597 %; стандартная ошибка 0,0726738; средняя абсолютная погрешность = 0,0367901; Критерий Дарбина-Уотсона = 3,14937; остаточная авто-корреляция -0,652953.

Оптимальное значение средней скорости движения $\upsilon_ж$ = 0,495556 м/с

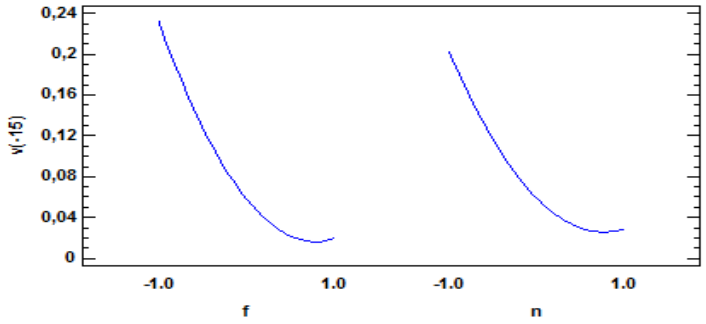


Рис.3.4. Зависимость средней скорости движения воздуха в зоне расположения птицы (υж,м/с (-15°С)) отудельной площади распределительных отверстий и числа воздуховодов.

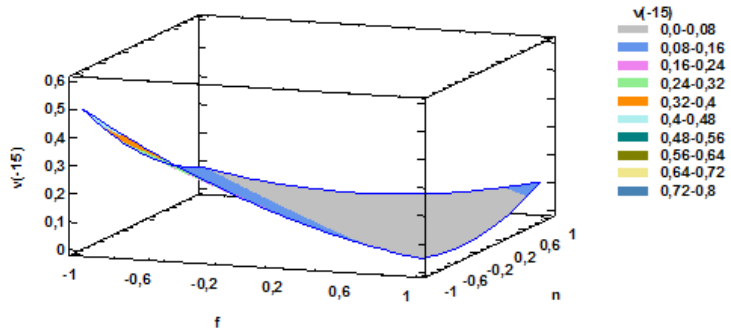


Рис.3.7. Расчетная поверхность откликакритерия оптимизацииυж, м/с (-15°С).

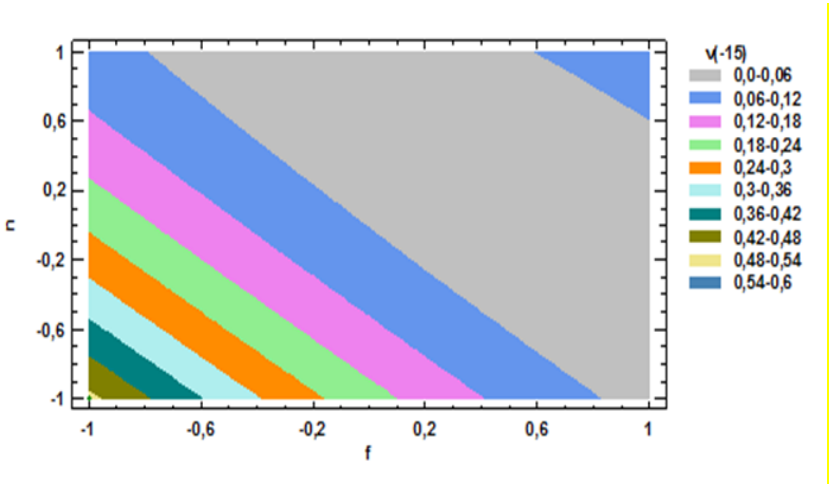


Рис.3.8. Контуры расчетной поверхности отклика $\upsilon_ж$, м/с(-15°С).

Таблица 3.4 Оптимальные значения не коррелируемых факторов для $\upsilon_ж$, м/с (-15°С)

Фактор	Предел варьирования		Оптимальное значение	Раскодирован-ная величина
	Нижний	Верхний		
f_0	-1,0	1,0	-1,0	0,0041
n	-1,0	1,0	-1,0	1

Коэффициенты регрессии вычислялись по стандартным матрицам систем нормальных уравнений, адекватность полученных математических моделей проверялась по критерию Фишера. С учетом постановки многофакторного эксперимента, вычисление оценок коэф-фициентов данного полинома выполнялось по рекомендуемым методической литературой формулам [59, 131].

Уравнение регрессии для $\upsilon_ж$, м/с (-15°С) имеет вид:

$$\upsilon_ж(-15)=1,05183-45,8727*f-0,476116*n+504,096*f^2+10,4348*f*n+0,0566667*n^2 \quad (3.79)$$

3.4.2. Результатыобработки эксперимента по определению критерия оптимизации $\upsilon_ж$, м/св переходный период года

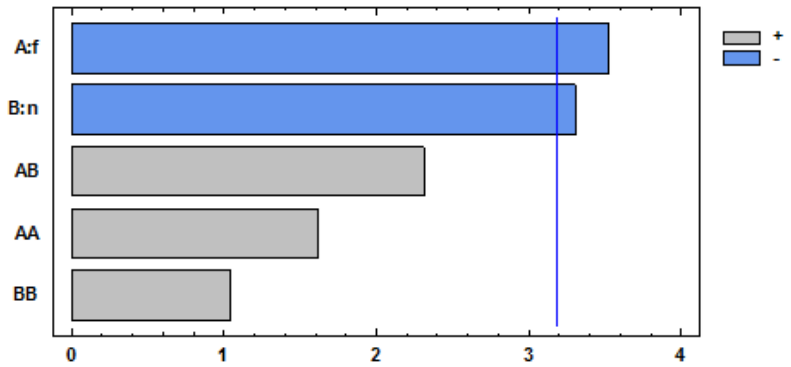


Рис.3.9. Стандартизированная диаграмма Pareto для $\upsilon_ж$,м/с (10°С).

Таблица 3.5 Анализ дисперсий $\upsilon_ж$, м/с (10°С)

Источник	Сумма квадратов	Df	Среднеквадратичное значение	F- коэффициент	P- значение
A: f_0	0,268817	1	0,268817	12,44	0,0387
B: n	0,236017	1	0,236017	10,92	0,0456
AA	0,0566722	1	0,0566722	2,62	0,2038
AB	0,1156	1	0,1156	5,35	0,1038
BB	0,0234722	1	0,0234722	1,09	0,3740
Погрешность	0,0648444	3	0,0216148		
Итого:	0,765422	8			

Доля дисперсии зависимой переменной 92,1597 %; стандартная ошибка 0,0726738; средняя абсолютная погрешность 0,0367901; Критерий Дарбина-Уотсона 3,14937; остаточная автокорреляция -0,652953. Оптимальное значение средней скорости движения воздуха $\upsilon_ж$= 0,987778 м/с.

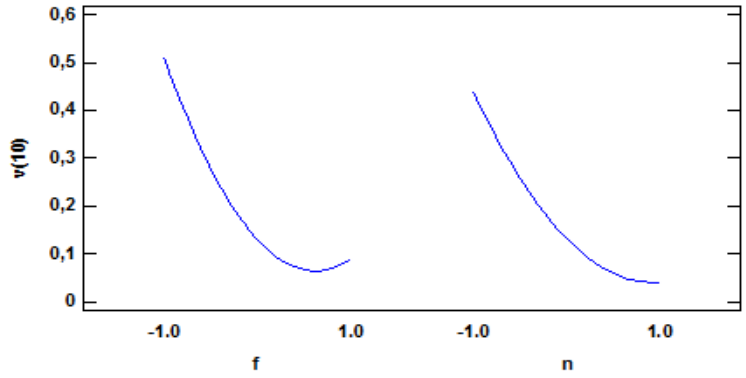


Рис.3.10. Зависимость средней скорости движения воздуха в зоне расположения птицы ($\upsilon_ж$,м/с (10°С) от удельной площади распределительных отверстий и числа воздуховодов.

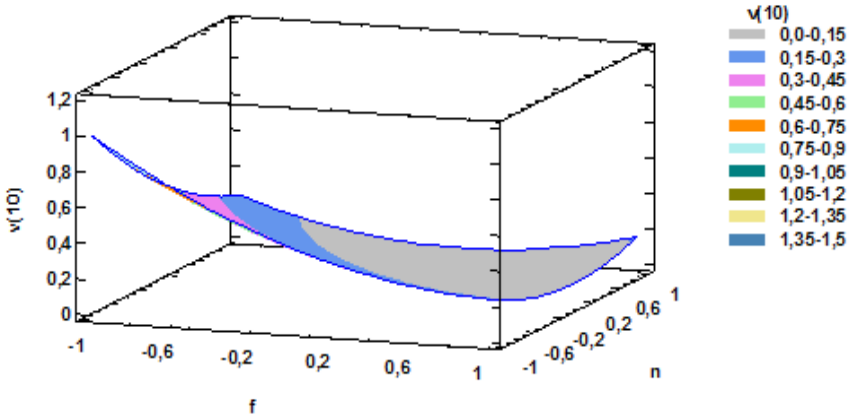


Рис.3.11. Расчетная поверхность отклика критерия оптимизации $\upsilon_ж$, м/с (10°С).

Таблица 3.6 Оптимальные значения не коррелируемых факторов для $\upsilon_ж$, м/с (10) °С)

Фактор	Предел варьирования		Оптимальное значение	Раскодированная величина
	Нижний	Верхний		
f_0	-1,0	1,0	-1,0	0,0041 м^2
n	-1,0	1,0	-1,0	1

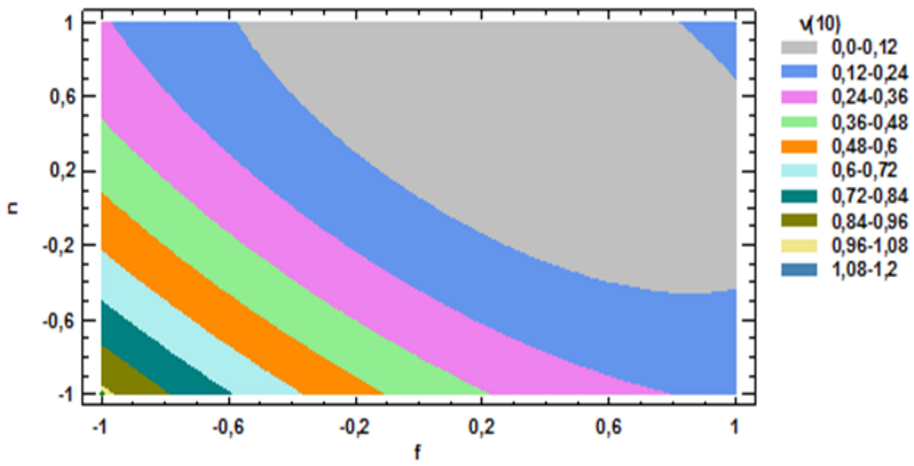


Рис.3.12. Контуры расчетной поверхности отклика $\upsilon_ж$, м/с(10°С).

Уравнение регрессии для $\upsilon_ж$, м/с (10°С) имеет вид:

$\upsilon_ж$,(10°С) = 2,01922 - 87,6837*f - 0,862275*n+1272,84*f^2+14,7826*f*n +0,108333*n^2(3.80)

3.4.3. Результаты обработки эксперимента по определению критерия оптимизации S_υм/св холодный период года

Цель оптимизации определить наименьшую неравномерность распределения воздушных потоков s_υ.

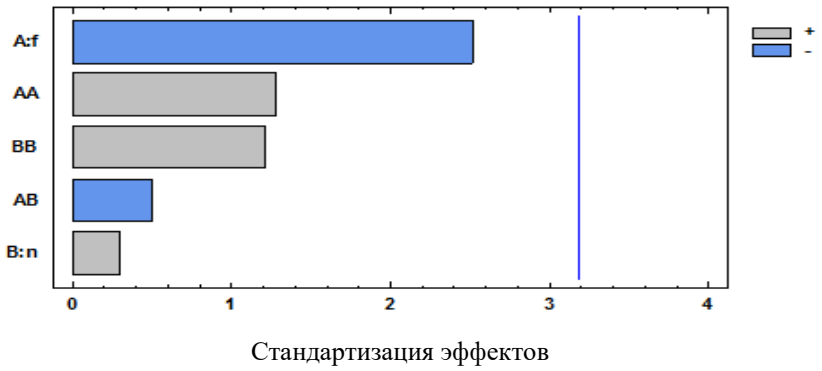


Рис.3.13. Стандартизированная диаграмма Pareto для s_υ,м/с (-15°С).

Доля дисперсии зависимой переменной 76,5572 %; стандартная ошибка 0,108658; средняя абсолютная погрешность 0,0538272; Критерий Дарбина-Уотсона 3,21028; остаточная

автокорреляция -0,658147. Оптимальное значение неравномерности распределения воздушных потоков $s_υ$ = -0,0506051 м/с.

Таблица 3.7 Анализ дисперсий $s_υ$, м/с (-15°С)

Источник	Сумма квадратов	Df	Среднеквадратичное значение	F- коэффициент	P- значение
A:f	0,0748167	1	0,0748167	6,34	0,0864
B:n	0,00106667	1	0,00106667	0,09	0,7834
AA	0,0193389	1	0,0193389	1,64	0,2906
AB	0,003025	1	0,003025	0,26	0,6476
BB	0,0174222	1	0,0174222	1,48	0,3113
Погрешность	0,0354194	3	0,0118065		
Итого :	0,151089	8			

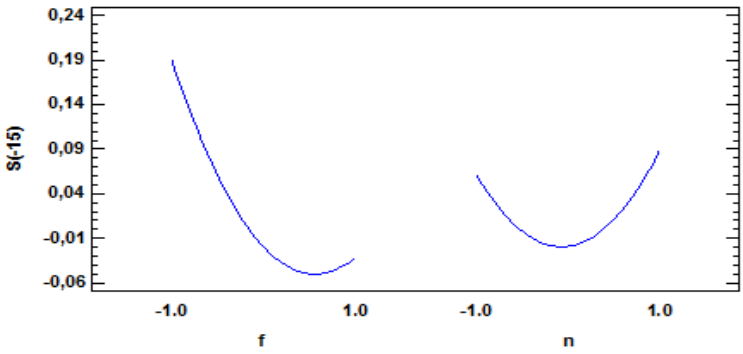


Рис.3.14. Зависимостьнеравномерности распределения воздушных потоков ($s_υ$, м/с (-15°С) от удельной площади распределительных отверстий и числа воздуховодов.

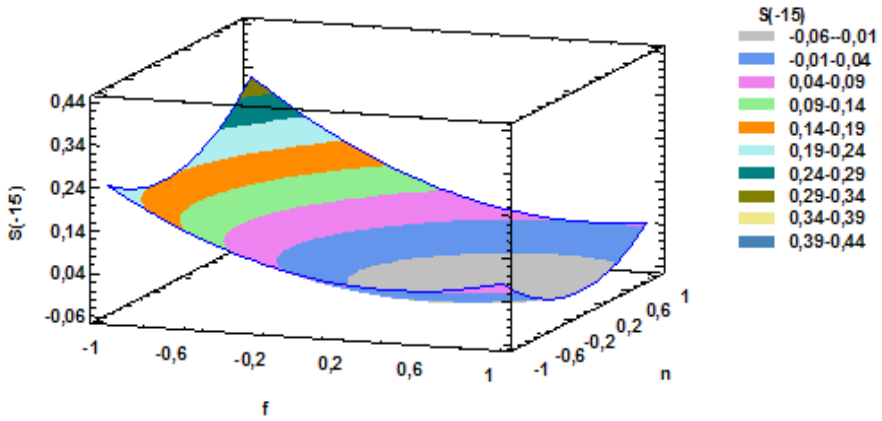


Рис.3.15. Расчетная поверхность отклика критерия оптимизации$s_υ$, м/с (-15°С).

Уравнение регрессии для sυ, м/с (-15°С) имеет вид:

$$sυ(-15°C) = 0,585596 - 28,126*f - 0,322696*n + 743,541*f2 - 2,3913*f*n + 0,0933333*n^2 \quad (3.81)$$

Таблица 3.8 Оптимальные значения не коррелируемых факторов для $s_υ$, м/с (-15 °С)

Фактор	Предел варьирования		Оптимальное значение	Раскодированная величина
	Нижний	Верхний		
f_0	-1,0	1,0	0,569566	0,0089
n	-1,0	1,0	0,0125232	0,0250

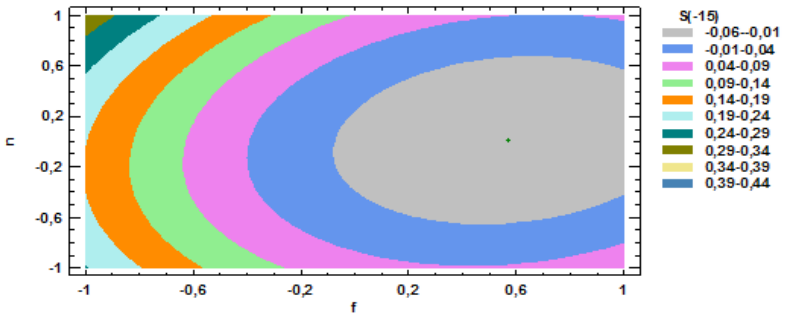


Рис.3.16. Контуры расчетной поверхности отклика $s_υ$, м/с (-15°С).

3.4.4. Результаты обработки экспериментапо определению критерия оптимизации $s_υ$м/св переходный период года

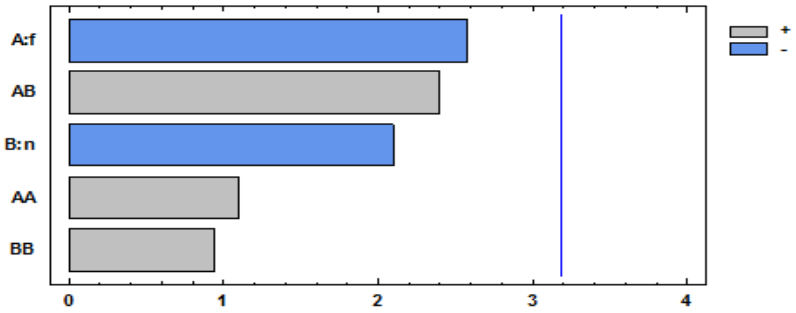


Рис.3.17. Стандартизированная диаграмма Pareto для $s_υ$, м/с (10°С).

Таблица 3.9 Анализ дисперсий $s_υ$, м/с (10°С)

Источник	Сумма квадратов	Df	Среднеквадратичное значение	F- коэффициент	P- значение
A:f	0,0486	1	0,0486	6,64	0,0820
B:n	0,0322667	1	0,0322667	4,41	0,1266
AA	0,00888889	1	0,00888889	1,21	0,3509
AB	0,042025	1	0,042025	5,74	0,0962
BB	0,00642222	1	0,00642222	0,88	0,4180
Погрешность	0,0219528	3	0,00731759		
Итого	0,160156	8			

Доля дисперсии зависимой переменной 86,2928 %; стандартная ошибка 0,0855429; средняя

абсолютная погрешность 0,0435185; Критерий Дарбина-Уотсона2,89564; остаточная авто-корреляция -0,52744. Оптимальное значение неравномерности распределения воздушных потоков s_υ= -0,0506828 м/с.

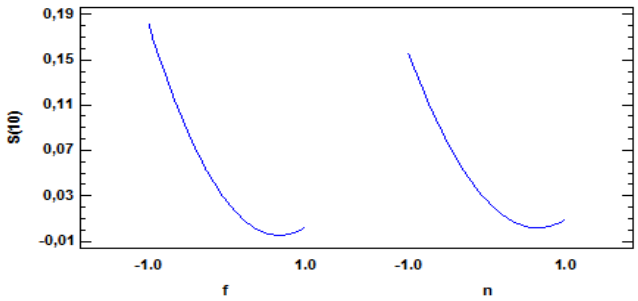


Рис.3.18. Зависимость неравномерности распределения воздушных потоков (s_υ, м/с (10°С) от удельной площади распределительных отверстий и числа воздуховодов.

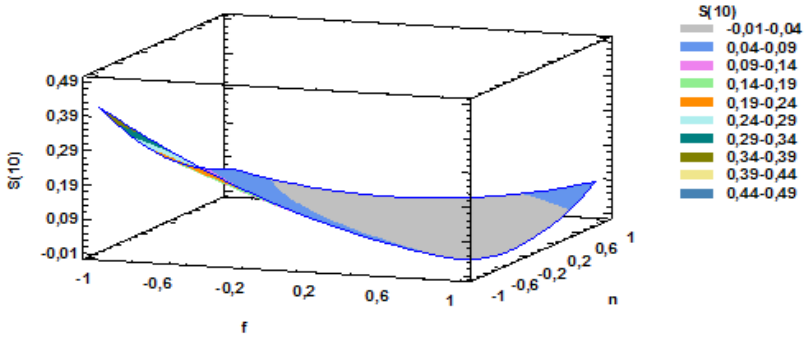


Рис.3.19. Расчетная поверхность отклика критерия оптимизации s_υ, м/с (10°С).

Таблица 3.10 Оптимальные значения не коррелируемых факторов для s_υ, м/с (10°С)

Фактор	Предел варьирования		Оптимальное значение	Раскодирован-ная величина
	Нижний	Верхний		
f_0	-1,0	1,0	0,582697	0,0091
n	-1,0	1,0	0,120057	0,2401

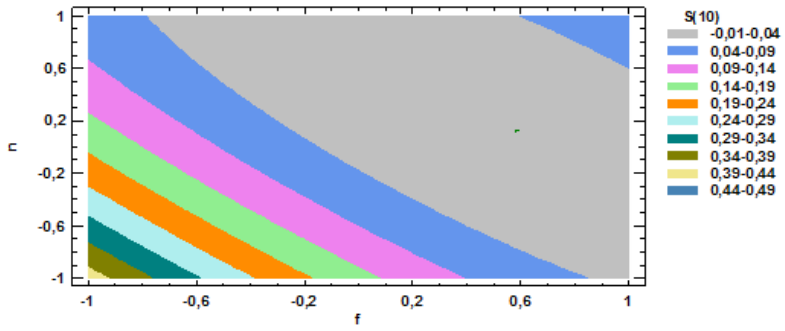


Рис.3.20. Контуры расчетной поверхности отклика s_υ, м/с (10°С).

Уравнение регрессии для s_υ, м/сек (10°С) имеет вид:

$$s_\upsilon(10°C) = 0{,}92174 - 41{,}38*f - 0{,}439043*n + 504{,}096*f^2 + 8{,}91304*f*n + 0{,}0566667*n^2 \quad (3.82)$$

3.5. Обработка результатов лабораторных исследований

3.5.1. Анализ результатов эксперимента по определению критерия оптимизации $\upsilon_ж$, м/сек

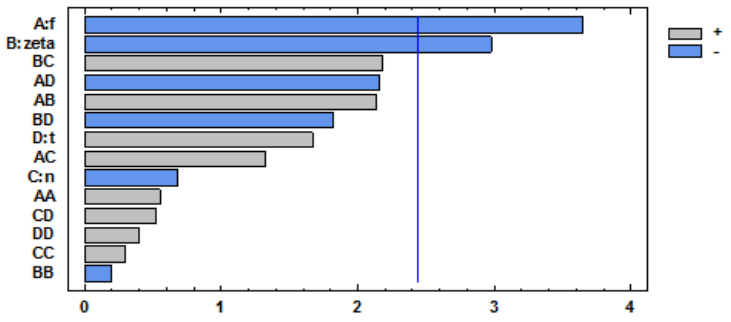


Рис.3.21. Стандартизированная диаграмма Pareto для $\upsilon_ж$, м/с.

Таблица 3.11 Анализ дисперсий $\upsilon_ж$, м/с

Источник	Сумма квадратов	Df	Среднеквадратичное значение	F- коэффициент	P- значение
A:f	0,336917	1	0,336917	13,35	0,0107
B:ζ	0,224061	1	0,224061	8,88	0,0247
C: n	0,0117768	1	0,0117768	0,47	0,5201
D: t	0,0704677	1	0,0704677	2,79	0,1458
AA	0,00762213	1	0,00762213	0,30	0,6025
AB	0,115467	1	0,115467	4,57	0,0763
AC	0,0443816	1	0,0443816	1,76	0,2331
AD	0,117913	1	0,117913	4,67	0,0740
BB	0,000990141	1	0,000990141	0,04	0,8496
BC	0,12039	1	0,12039	4,77	0,0717
BD	0,0840026	1	0,0840026	3,33	0,1179
CC	0,00227666	1	0,00227666	0,09	0,7741
CD	0,00687514	1	0,00687514	0,27	0,6205
DD	0,00403867	1	0,00403867	0,16	0,7030
Погрешность	0,151471	6	0,0252452		
Итого:	1,43351	20			

Доля дисперсии зависимой переменной 89,4336 %; стандартная ошибка 0,158887; средняя абсолютная погрешность 0,0680827; Критерий Дарбина-Уотсона2,85561; остаточная автокорреляция -0,430681. Оптимальное значение средней скорости движения воздуха $\upsilon_ж$,1,08471 м/с.

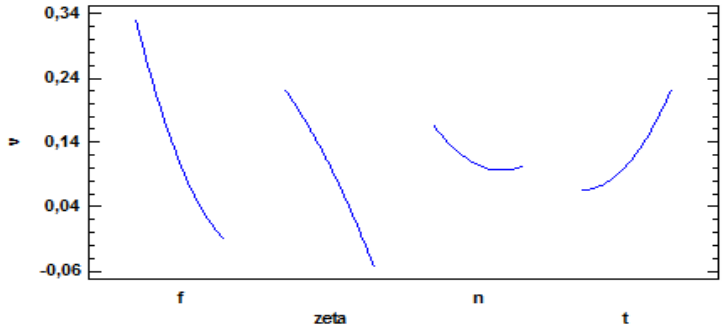


Рис.3.22. Зависимость критерия оптимизации $\upsilon_ж$, м/с от доли воздуха, удаляемой из верхней зоны, удельной площади распределительных отверстий, числа воздуховодов и температуры наружного воздуха.

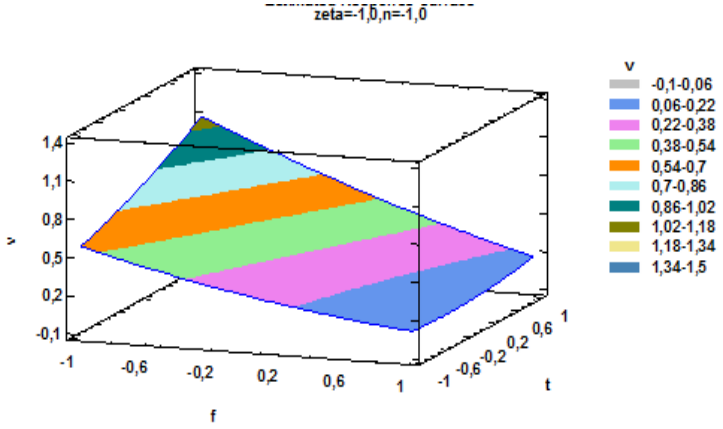


Рис.3.23. Расчетная поверхность отклика критерия оптимизации $\upsilon_ж$, м/с.

Таблица 3.12 Оптимальные значения не коррелируемых факторов для $\upsilon_ж$, м/с

Фактор	Предел варьирования		Оптимальное значение	Раскодированная величина
	Нижний	Верхний		
f_0	-1	1	-1	0,0041
ζ	-1	1	-1	0
n	-1	1	-1	1
t	-1	1	1	-15

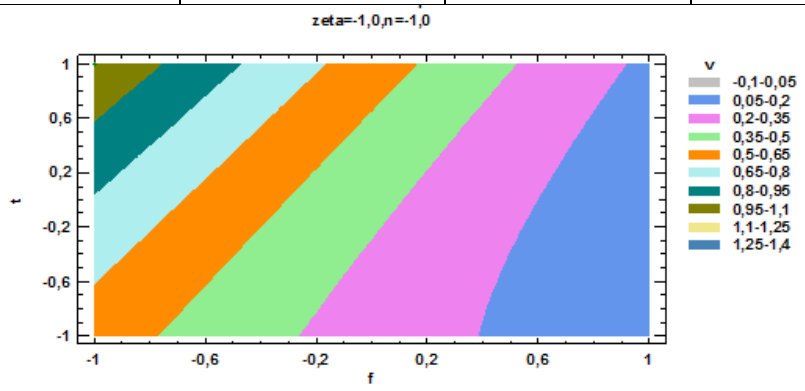


Рис.3.24. Контуры расчетной поверхности отклика $\upsilon_ж$, м/с.

Уравнение регрессии для $\upsilon_ж$, м/св раскодированной формеимеет вид:

$\upsilon_ж$= 1,21667-48,7285*f -0,903395*ζ - 0,35649*n + 0,0237134*t + 415,317*f^2+ 19,1132*f*ζ + 5,76947*f*n - 0,585555*f*t - 0,0802971*$ζ^2$ + 0,207946*ζ*n - 0,0106013*ζ*t + 0,0299257*n^2 + 0,000723714*n*t + 0,000875396*t^2 (3.83)

3.5.2. Анализ результатов эксперимента по определению критерия оптимизации $s_υ$, м/сек

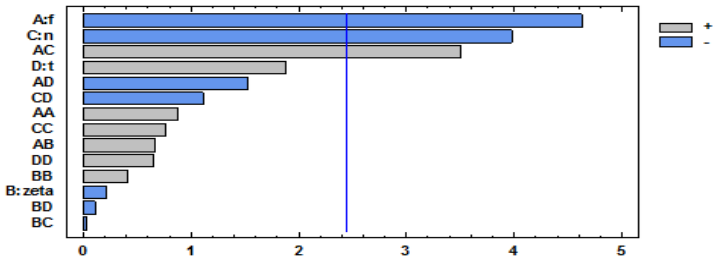


Рис.3.25. Стандартизированная диаграмма Pareto для $s_υ$, м/с

Таблица 3.13 Анализ дисперсий $s_υ$, м/с

Источник	Сумма квадратов	Df	Среднеквадратичное значение	F- коэффициент	P- значение
A:f	0,0950752	1	0,0950752	21,41	0,0036
B:ζ	0,00020744	1	0,00020744	0,05	0,8360
C: n	0,0702905	1	0,0702905	15,83	0,0073
D: t	0,0157368	1	0,0157368	3,54	0,1088
AA	0,0034861	1	0,0034861	0,79	0.4097
AB	0,00195798	1	0,00195798	0,44	0,5313
AC	0,0542609	1	0,0542609	12,22	0,0129
AD	0,0103676	1	0,0103676	2,33	0,1774
BB	0,00074916	1	0,00074916	0,17	0,6955
BC	0,0000040746	1	0,0000040746	0,00	0,9768
BD	0,000057016	1	0,000057016	0,01	0,9135
CC	0,00261378	1	0,00261378	0,59	0,4720
CD	0,00554049	1	0,00554049	1,25	0,3067
DD	0,00186685		0,00186685	0,42	0,5407
Погрешность	0,0266422	6	0,00444036		
Итого	0,4366	20			

Доля дисперсии зависимой переменной 93,8978 %; стандартная ошибка 0,066636; средняя абсолютная погрешность 0,0298061; Критерий Дарбина-Уотсона 2,71142; остаточная автокорреляция -0,372215. Оптимальное значение неравномерности распределения воздушных

потоков $s_υ$= -0,0327516 м/с.

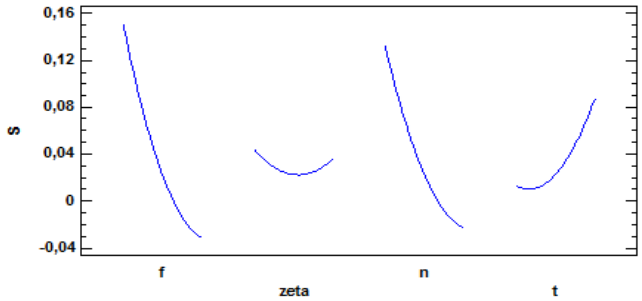


Рис.3.26. Зависимость критерия оптимизации $s_υ$ м/с от доли воздуха, удаляемой из верхней зоны, удельной площади распределительных отверстий, числа воздуховодов и температуры наружного воздуха.

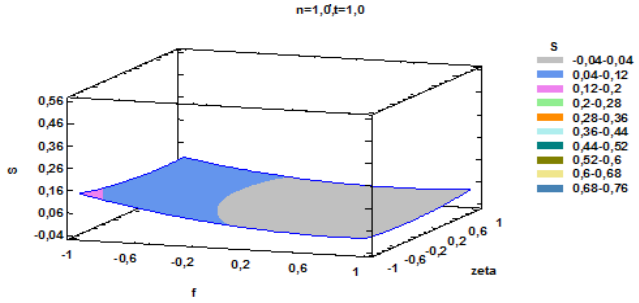


Рис.3.27. Расчетная поверхность отклика критерия оптимизации $s_υ$, м/с.

Таблица 3.14 Оптимальные значения не коррелируемых факторов для $s_υ$, м/с

Фактор	**Предел варьирования**		**Оптимальное значение**	**Раскодируемая величина**
	нижний	**верхний**		
f	-1	1	1,0	0,0271
ζ	-1	1	-0,294692	0,294692
n	-1	1	0,0054643	0,01
t	-1	1	-0,0987838	1,48

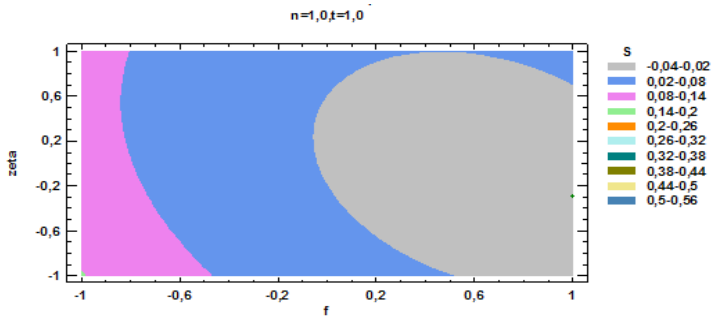


Рис.3.28. Контуры расчетной поверхности отклика $s_υ$, м/с.

Уравнение регрессии для $s_υ$, м/с в раскодированной форме имеет вид:

s_υ = 0,71673 - 31,4972*f - 0,102774*ζ - 0,314181*n + 0,0109199*t + 284,481*f^2 + 2,1457*f*ζz + 6,64454*f*n - 0,17069*f*t + 0,0704905*$ζ^2$ - 0,00323581*ζ*n - 0,000346207*ζ*t + 0,0326226*n^2 - 0,00140382*n*t + 0,000488694*t^2 (3.84)

3.5.3. Анализ результатов эксперимента по определению критерия оптимизации St

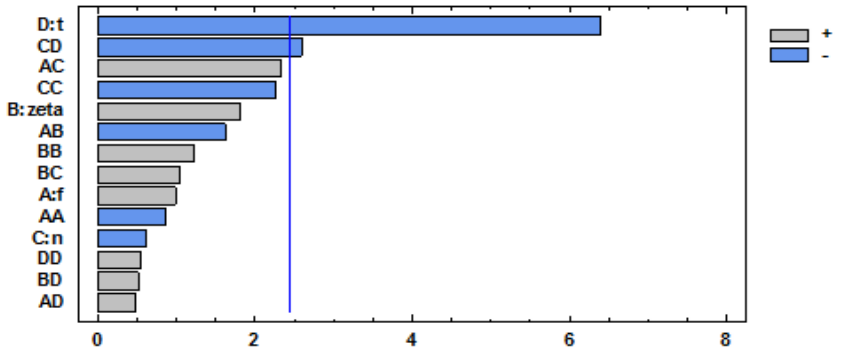


Рис.3.29. Стандартизированная диаграмма Pareto для St.

Таблица 3.15 Анализ дисперсий St

Источник	Сумма квадратов	Df	Среднеквадратичное значение	F- коэффициент	P- значение
A:f	0,012738	1	0,012738	1,00	0,3563
B:ζ	0,041621	1	0,041621	3,26	0,1209
C: n	0,00502764	1	0,00502764	0,39	0,5533
D: t	0,522036	1	0,522036	40,91	0,0007
AA	0,00958041	1	0,00958041	0,75	0,4195
AB	0,0336565	1	0,0336565	2,64	0,1555
AC	0,0684023	1	0,0684023	5,36	0,0598
AD	0,00290252	1	0,00290252	0,23	0,6503
BB	0,0195058	1	0,0195058	1,5	0,2625
BC	0,01414	1	0,01414	1,11	0,3330
BD	0,00342539	1	0,00342539	0,27	0,6229
CC	0,0656596	1	0,0656596	5,15	0,0638
CD	0,0857148	1	0,0857148	6,72	0,0411
DD	0,00365809	1	0,00365809	0,29	0,6116
Погрешность	0,0765682	6	0,0127614		
Итого	0,886667	20			

Доля дисперсии зависимой переменной 91,3645 %; стандартная ошибка 0,112966; средняя

абсолютная погрешность 0,053308; Критерий Дарбина-Уотсона = 2,28878; остаточная автокорреляция -0,175267. Оптимальное значение St 1,00475

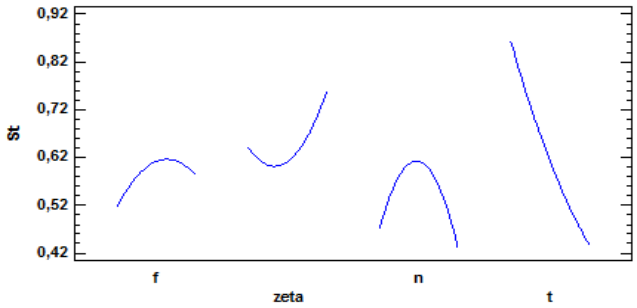


Рис.3.30. Зависимостькритерия оптимизации St от доли воздуха, удаляемой из верхней зоны, удельной площади распределительных отверстий, числа воздуховодов и температуры наружного воздуха.

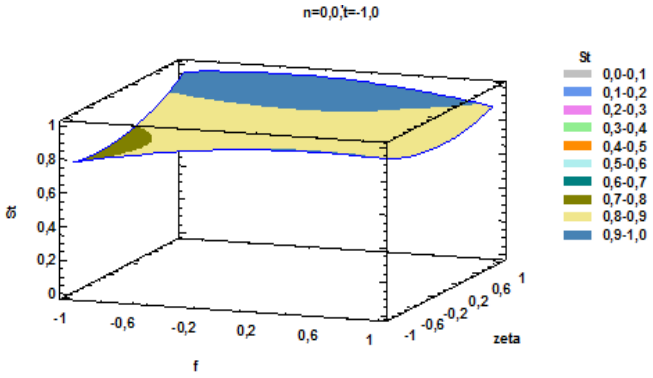


Рис.3.31. Расчетная поверхность отклика критерия оптимизации St.

Таблица 3.16 Оптимальные значения не коррелируемых факторов для St

Фактор	**Предел варьирования**		**Оптимальное значение**	**Раскодируемая величина**
	нижний	**верхний**		
f	-1,0	1,0	-0,0542111	0,00022
ζ	-1,0	1,0	0,971974	0,485987
n	-1,0	1,0	0,310095	0,62
t	-1,0	1,0	-1,0	-15,0

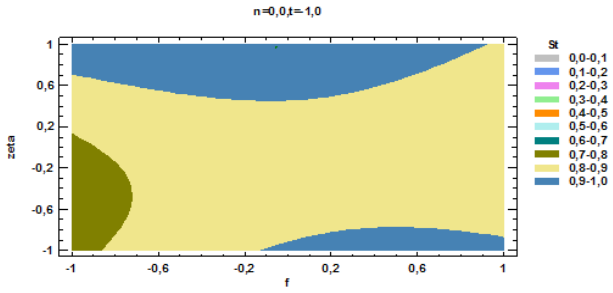


Рис.3.32. Контуры расчетной поверхности отклика St.

Уравнение регрессии для St в раскодированной форме имеет вид:

$$St = 0{,}251155 + 7{,}64494*f - 0{,}204955*\zeta + 0{,}462877*n - 0{,}0110842*t - 464{,}037*f^2 - 10{,}6275*f*\zeta + 7{,}48768*f*n + 0{,}168944*f*t + 0{,}354525*\zeta^2 + 0{,}068213*\zeta*n + 0{,}00150592*\zeta*t - 0{,}161369*n^2 - 0{,}00703501*n*t - 0{,}000906266*t^2 \quad (3.85)$$

3.5.4. Анализ результатов эксперимента по определению критерия оптимизациико-эффициента расхода тепла η

Цель оптимизации-определение максимального коэффициента расхода тепла η.

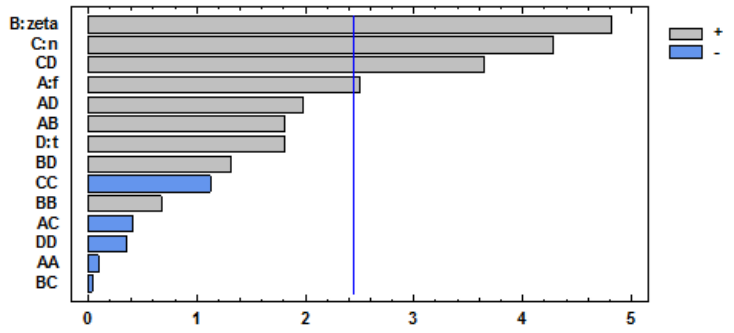


Рис.3.33. Стандартизированная диаграмма Pareto для η.

Таблица 3.17 Анализ дисперсий η

Источник	Сумма квадратов	Df	Среднеквадратичное значение	F- коэффициент	P- значение
A:f	0,00586557	1	0,00586557	6,21	0,0470
B:ζ	0,0218954	1	0,0218954	23,20	0,0030
C: n	0,0173069	1	0,0173069	18,34	0,0052
D: t	0,00308079	1	0,00308079	3,26	0,1208
AA	0,00000959272	1	0,00000959272	0,01	0,9230
AB	0,00309458	1	0,00309458	3,28	0,1201
AC	0,00016089	1	0,00016089	0,17	0,6940
AD	0,00370146	1	0,00370146	3,92	0,0950
BB	0,000426714	1	0,000426714	0,45	0,5264
BC	0,00000165004	1	0,00000165004	0,00	0,9680
BD	0,00163305	1	0,00163305	1,73	0,2364
CC	0,00120892	1	0,00120892	1,28	0,3009
CD	0,0125099	1	0,0125099	13,25	0,0108
DD	0,000121337	1	0,000121337	0,13	0,7322
Погрешность	0,00566286	6	0,00094381		
Итого	0,112695	20			

Доля дисперсии зависимой переменной 94,9751 %; стандартная ошибка 0,0307215; средняя абсолютная погрешность 0,0138160; Критерий Дарбина-Уотсона 3,09506; остаточная авто-корреляция -0,621883. Максимальное значение коэффициента расхода тепла η =1,22618.

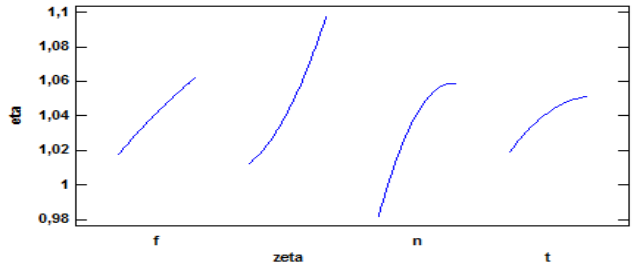


Рис. 3.34. Зависимость критерия оптимизации η от доли воздуха, удаляемой из верхней зоны, удельной площади распределительных отверстий, числа воздуховодов и температуры наружного воздуха.

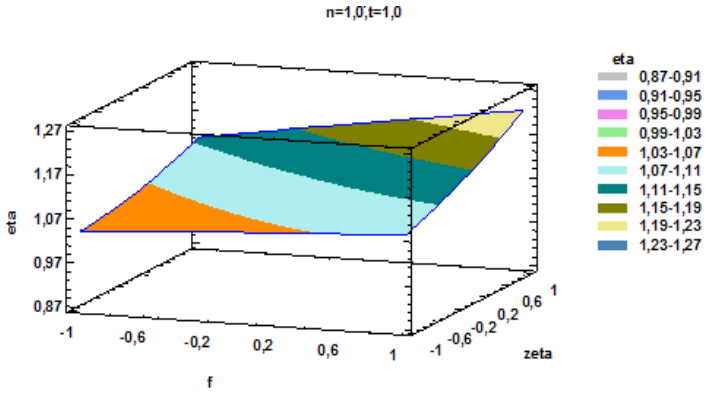


Рис. 3.35. Расчетная поверхность откликакритерияоптимизации η.

Таблица 3.18 Оптимальные значения не коррелируемых факторов для η

Фактор	**Предел варьирования**		**Оптимальное значение**	**Раскодируе-мая величина**
	нижний	**верхний**		
f	-1,0	1,0	1,0	0,0271
ζ	-1,0	1,0	1,0	1,0
n	-1,0	1,0	1,0	3
t	-1,0	1,0	1,0	10,0

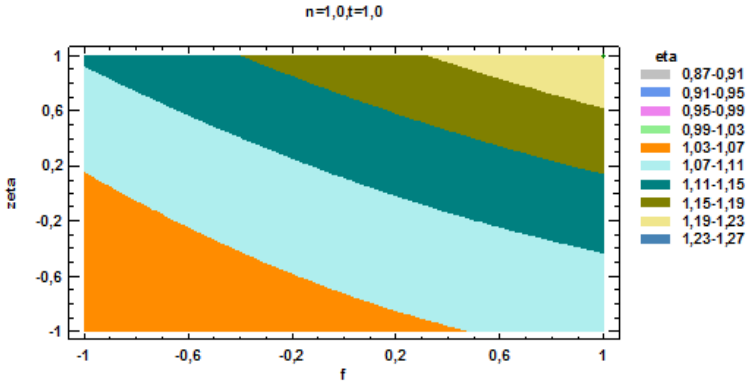


Рис.3.36. Контуры расчетной поверхности отклика η.

Уравнение регрессии для η в раскодированной форме имеет вид:

η= 0,804825 + 1,65942*f - 0,0102185*ζ + 0,137038*n - 0,00665761*t - 14,4495*f^2 + 3,0555*f*ζ - 0,332099*f*n + 0,113304*f*t + 0,0523562*ζ^2 - 0,00103429*ζ*n + 0,00150683*ζ*t - 0,021911*n^2 + 0,00278505*n*t + 0,0000279259*t^2 (3.86)

Необходимое число экспериментов определялось по формуле:

$$n = \frac{mW_m^2 k_w^2}{I_p^2}\left(1 \mp \frac{1}{\sqrt{2m}}\right)^2 \quad (3.87)$$

Для обеспечения 95 % достоверности результатов замератемпературы воздуха и опре-деления его расхода эксперимент проводился в триэтапа. Расход воздуха обеспечивался приточным вентилятором (рис. 3.1 поз.1.) через приточные магистральные воздуховоды (рис. 3.1 поз.8,12) диаметром200 мм. Объем воздуха на участках рассчитывался по формуле:

V= Fv 3600, $м^3$/час (3.88)

где F- площадь поперечного сечения воздуховода, $м^2$;

v- скорость воздуха, м/с.

Определение скорости воздуха производилось по статическому давлению, замеряемому манометрической трубкой марки ММН (рис. 3.37). Трубка устанавливалась в приточных магистральныхвоздуховодах. Метод определения скорости движения воздуха основан на конвективной потере тепла нагретой проволокой датчика в потоке газа. Для определения расхода воздуха тарированным патрубком измерялась скоростьвоздуха по оси патрубка.Диапазон измерений скорости движения воздуха 0,1…20 м/с.Основная абсо-лютнаяпогрешность измерений скорости движения (1,0…20 м/с ± 0,045 + 0,05xV) м/с.

Для измерения температуры воздуха по сухому и мокрому термометрам применялись лабораторные термометры ртутные стеклянные ТЛ-4 № 1 (рис. 3.38). Диапазон изменения температуры 30…+20 °С, цена деления шкалы 0,1 °С. Емкость с ртутью мокрого термоме-

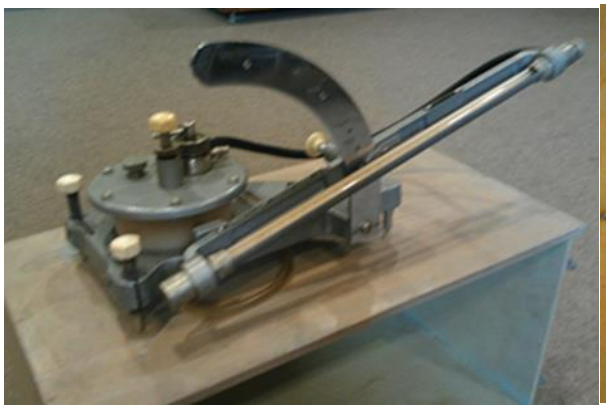


Рис. 3. 37. Манометрическая трубка ММН.

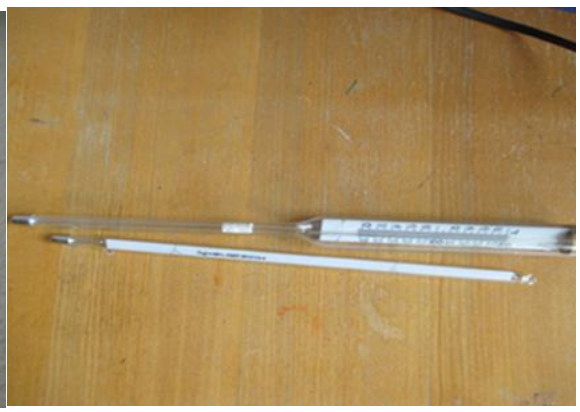


Рис. 3. 38. Термометры ртутные стекляные ТЛ-4 № 1.

тра обвернута хлопчатобумажной тканью. Замерялисьтемпература приточного и удаляемого воздуха по поперечному сечениюопытной лабораторной установки. По психрометрической таблице и значениямтемпературы воздуха по сухому и мокрому термометру определялись значения относительной влажности воздуха [20]. Парциальное давление водя ных паров, теплосодержание воздуха, температура точки росы определялись при помощи термодинамической I-dдиаграммы влажного воздуха.

Концентрация газов в ЗРП измерялась базовым прибором портативным газоанализатором testo 327 (рис. 3.39). Диапазон измерения концентрации до 4000 млн$^{-1}$(ppm).

Рис. 3.39. Портативный газоанализаторtesto 327.

Погрешность измерений ± 20 млн$^{-1}$ (0...400млн$^{-1}$), время реакции 40 с.

Результаты измерений их обработки представлены в главе 4.1.1 и Приложениях 5,7,8 и 11.

3.6 Выводы к третьей главе

1. Предложена конструкция опытной лабораторной установки, обеспечивающая исследование температурных и скоростных полей в пространстве с ограниченным объемом.

2. Исследованы схемы организации воздушных потоков определяющие зависимость удельной тепловой напряженности рабочей среды от температуры и скорости воздуха.

3. Выявлены факторы, влияющие на параметры микроклимата и определены критерии их оптимизации.

4. Установлена зависимость средней скорости движения воздуха, неравномерности распределения воздушных потоков и температуры в ЗРП от удельной площади распределительных отверстий и числа воздуховодов.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Результаты лабораторных исследований

4.1.1 Результаты исследований температуры и скорости воздуха по объему опытной лабораторной установки

Конструкция опытной лабораторной установки с воздушной рабочей средой (рис. 3.1.,3.2.) позволила исследовать схемы воздушных потоков при рассредоточенной подаче воздуха (табл. 3.1). Результаты исследований получены в виде полей распределениятемпературы и скорости движения воздуха в ЗРП на уровне 0,2, 04, 06 метров от пола прификсированных значениях воздухообмена (Приложение 8).

При исследовании первого варианта схемы распределения потоков (рис. 4.1, кривая 1) приток наружного воздуха и вытяжка осуществлялись в верхнюю зону установки, угол наклона потока приточного воздуха α=0°, при этом наблюдается равномерное распределение температур по сечению в интервале 19,0…21,3 °С.

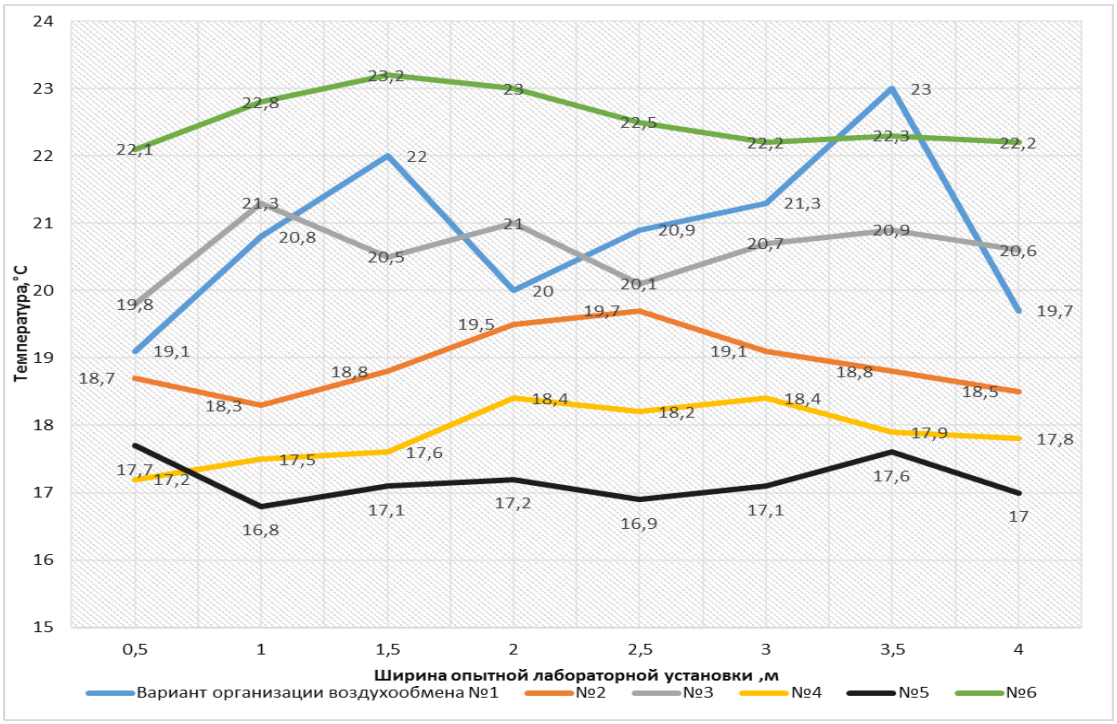


Рис. 4.1. Изменение температуры воздуха по поперечному сечениюопытной лабораторной установки.

Такой же воздушный режим создается третьей схемой (рис. 4.1, кривая 3) приподаче воздуха в верхнюю зону, удалении из нижней зоны, угол наклона потока приточного воздуха 0°. Распределение температуры наблюдается в интервале 19,7…20,4 °С.При распределениивоздуха по схеме приток и удаление воздуха в верхнюю зону установки, угол наклона потока приточного воздуха 30° (рис. 4.1 кривая 2) изменение значений температурыниже на 0,3…3,4 °С, чем в первой и третьей схемах распределения.Поступление наружного воздуха в нижнюю зону, удаление из верхней зоны установки, угол наклона потока приточного воздуха

0°(рис.4.1 кривая 5), ухудшило тепловой режим: температура воздуха на уровне 0,2 метра от уровня пола уменьшилась на 0,8…2,6°С. Характерным для этого варианта является увеличение скорости воздуха к предельному значению 0,40 м/с(рис. 4.2).По варианту схемы распределения приток в верхней зоне установки, вытяжка из нижней зоны, угол наклона потока приточного воздуха α = 30°; (рис. 4.1 кривая 4) привело к уменьшению средней температуры воздуха на уровне 0,4 и 0,2 м от пола на 0,8 °С.Улучшение теплового режима наблюдается при исследовании схемы распределения приток наружного воздуха в верхнюю зону помещения, удаление из нижней зоны установки, угол наклона потока приточного воздуха 30° (рис. 4.1, кривая 6).

Характер изменения скоростных полей по объему опытной лабораторной установки исследовался программным продуктом Solid Works. Параметрическое моделирование повер-

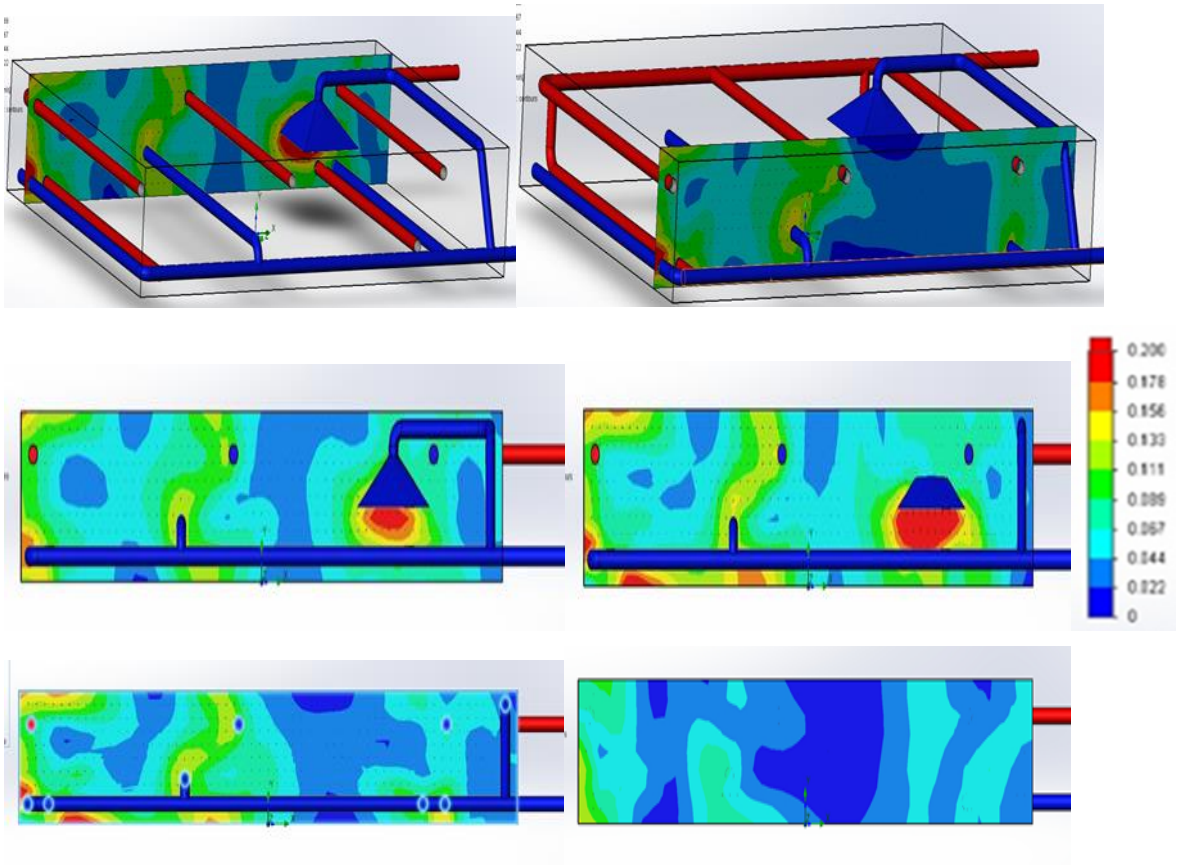


Рис. 4.2. Характер изменения скоростных полей по объему опытной лабораторной установки.

хностей отражающих изменение скорости воздушного потока при измененииии направления и количества подаваемого воздуха представлена объемной диаграммой (рис.4.2). Поля скоростей представляют свободновосходящие конвективные течения от приточных воздуховодов, имеют место нисходящие воздушные течения вблизи наружного ограждения установки. Интенсивное перемешивание приточного холодного с теплым внутренним воздухом ведет к

изменению скорости воздуха в пределах 0,20...0,122 м/с. Характерным является увеличение скорости воздуха к предельному значению в зонах нахожения вытяжных воздуховодов. Сравнение результатов лабораторных экспериментов подтвердило характер конвективной составляющей формирования температурных колебаний в объеме опытной лабораторной установки. Наименьшая температура воздуха в ЗРП характерна для схемы воздушного потока «снизу - вверх», интервал варьирования 1...2 °С. Оптимальные значения температуры и скорости воздуха получены при рассмотрении схем воздушных потоков «вверх- снизу» и измененииугола наклона потока 30...90° к горизонтали.

На основании полученных экспериментальных данных распределения воздуха автором предложена модель распределения воздуха по всему объему верхней зоны установки посредством воздуховода переменного сечения, в котором угол наклона потока будет изменяться в пределах 30...90° к горизонтали.

4.2. Результаты производственных исследований базе птичника ООО «Калиюга Плюс»

Производственные исследования проводились на базе птичника ООО «Калиюга Плюс» г.Дубоссары. Количество поголовья 15,5 тыс.шт., вес птицы вовремя исследования 1,2…2,4 кг. Вид организации воздухообмена снизу-вниз; вид системы вентиляции общеобменная, тоннельная приточно-вытяжная со стенным притоком. Состав комплекта оборудования системы вентиляции производства фирмы Big Dutchman»: 24 осевых вентилятора N = 0,75 кВт, с поперечным сечением 1000 × 1000 см, 5 приточных осевых вентилятора N = 1,2 кВт диаметр колеса 1250 мм; двигатель CL 75 с тросовой системой управления положением заслонок вентилей; 2 газовых генератора GP тепловой мощностью 54 кВт с циркуляционными вентиляторами. Расчетный воздухообмен на 1 кг живой массы тела 1,5 $м^3$/ч.

С целью выбора наиболее рациональной схемы распределения воздушных потоков в птичнике с напольным содержанием птицы исследовались схемы воздухообмена:

- тоннельная вентиляция со стенным притоком, приток и вытяжка сосредоточенные;
- рассредоточенная подача воздуха через перфорированный воздуховод переменного сечения размером 1,1*1,0 м и длиной 15 м, смонтированный в верхней зоне вдоль торцевой стены помещения. Высота подвеса воздуховода 2,2 м.

Величины воздухообмена сохранялись постоянными для каждого из вариантов. Загрязненный воздух удалялся из нижней зоны вентиляторами, установленными в торцевой стене.

4.2.1. Результаты исследования режима регулирования влажности воздуха в птичнике в зависимости от кратности обмена воздуха

На дисплее компьютера зафиксировались значения параметров наружного и внутреннего воздуха, ветрового давления.Результаты исследованиярежима регулирования параметров

(Приложение7.) показал, что под действием гравитационных сил и скорости ветра менее 0,5 м/сек в каждой объемной части птичника формируются самостоятельные облас-ти циркуляции внутреннего воздуха. Приточный воздух поступал в помещение через приточные решетки, угол раскрытия клапанов приточных решеток изменялся в пределах 10…25 ° вниз под углом к вертикали.

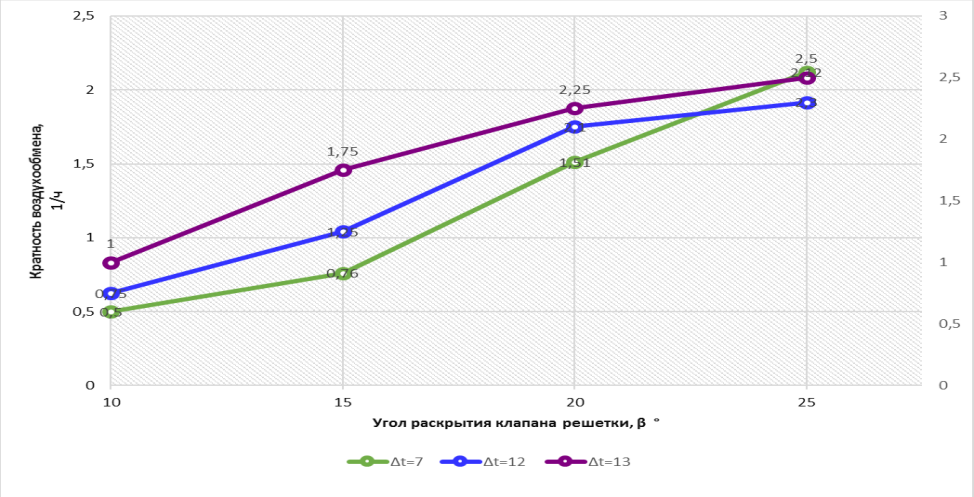


Рис.4.2. Изменение кратности воздухообмена с учетом угла раскрытия фрамуг.

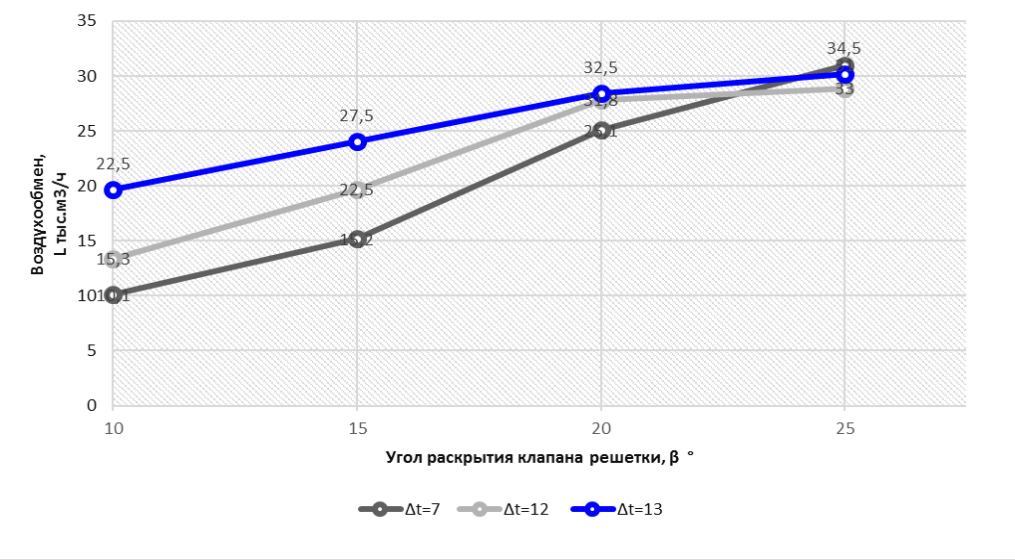


Рис.4.3. Изменение воздухообмена с учетом угла раскрытия фрамуг.

При повышении температуры внутреннего воздуха в переходный период (10.03.2012 …3.04 2012 г.г.) протекал процесс ассимиляции влаговыделений за счет увеличения теплопоступлений от птицы. На рис. 4.2, 4.3 приведена экспериментально полученая расчетная кратность воздухообмена при скоростях воздуха 0,1…0,3 м/с при различных углах раскрытия фрамуг.

Результаты представлены в виде зависимости кратности воздухообмена и величины воздухообмена. Наблюдается существенное увеличение кратности и воздухообмена при значении угола раскрытия клапанов приточных решеток 20 ° к вертикали. Анализ результатов показал:

Рис.4.4. Производственные исследования на базе птичника ООО «Калиюга Плюс».

воздухообмен в каждой объемной части помещения формирует самостоятельные области циркуляции внутреннего воздуха. Этот процесс происходит в верхней зоне и практически отсутствует в зоне расположения птицы. Воздухообмен увеличивается в среднем в 1,25…1,30 раз. На механизм формирования влажностных процессовоказывают влияние диффузионное перемещение водяного пара через ограждение от внутренней поверхности к наружной.

4.2.2. Результаты исследования параметрических показателей микроклимата в птичнике ООО «Калиюга Плюс»

Результатом проведенных исследований процессов формирования воздушной среды в объеме птичника получение значений температурных, скоростных полей и полей изменения вредных выделений для холодного и переходного периодов года (приложение 11). Анализ полученных данных (рис 4.5.) показал, что исследованные схемы распределения воздушных потоков способствовали поддержанию температуры воздуха в ЗРП в оптимальном интервале 18,1... 23,4°С. Сосредоточенный поток воздуха, перемещаясь от центра помещения к торцу, ассимилирует теплоту, выделяемую птицей. Удаление воздуха производилось рассредо-точено из нижней зоны помещения.По характеру изменения температуры в ЗРП а поперечном сечении птичника можно дать сравнительную оценкусхем распределения воздушных потоков: при подаче воздуха черезцентральный (кривая №1) и перфорированный (кривая № 2) воздуховоды, удаление воздуха рассредоточено – характер изменения темпе-ратуры колеблется в пределах 1,5…0,5°С. При подаче воздуха сверху через центральный воздуховод, вытяжка сверху (кривая №3), характер распределения температуры изменяется: воздух распределялся компактной струей, достигая ЗРП с температурой 18,1°С, разность температуры воздушной среды и приточного воздуха составляла 11°С. Кривая № 4 выявляет изменение температуры воздуха по ширине помещения температурные поля в ЗРП распределяются равномерно, происходит интенсивное перемешивание приточного холодного с теплым внутренним воздухом. Рассмотренные схемы создают различные тепловые режимы, но способ подачи воздуха, количество и конструкция воздуховодов незначительно влияют на распределение температуры в помещении при схеме «сверху-вниз».

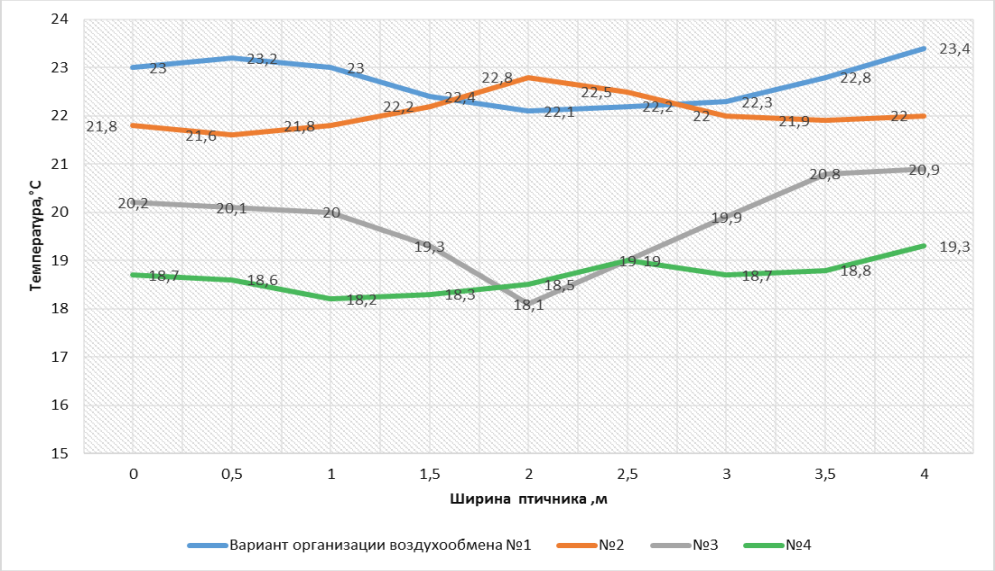
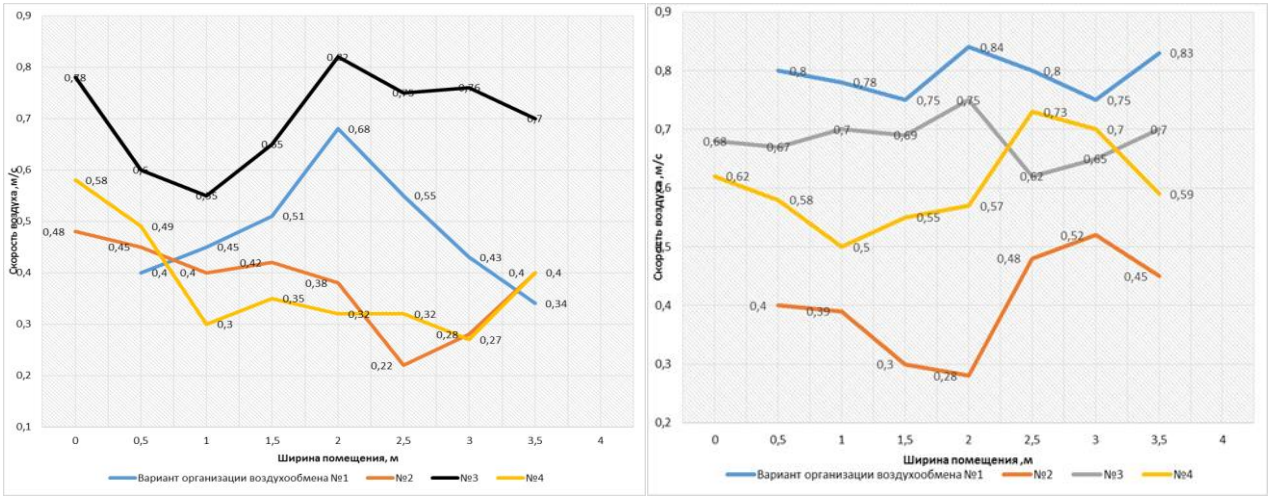


Рис. 4.5. Характер изменения температуры воздуха в холодный период на уровне 0,2 м от уровня чистого пола.

№1 - кривая изменения температуры при прохождении воздуха через центральный воздуховод, вытяжка рассредоточенная в продольных стенах; №2 - кривая изменения температуры при прохождении воздуха перфорированный воздуховод; №3 – кривая изменения температуры при прохождении воздуха через центральный воздуховод, вытяжка в верхней зоне; №4 - кривая изменения температуры при про-хождении воздуха через три воздуховода, вытяжка рассредоточенная.

В схеме «сверху-вверх» наблюдается неравномерность потоков воздуха, что создаетпричины возникновения застойных зон в ЗРП. Предельные значения скоростей потока воздуха в ЗРП находятся в оптимальных пределах 0,38 м/с.



б) переходный период года *а) холодный период года*

Рис. 4.6. Характер изменения скорости потоков воздуха на уровне 0,2 м от уровня чистого пола.

Результаты исследования изменения скорости потоков воздуха в ЗРП при рассредото-

точенной подаче (рис.4.6) выявляют максимальную подвижность на участках, расположенных непосредственно под приточными отверстиями. По мере удаления от осей приточных струй, при приближении к вытяжным устройствам скорость воздуха снижается. При подаче воздуха через перфорированный воздуховод скорость потоков вблизи вытяжных устро-йств достигает оптимальных значений 0,28 …0,50 м/с.

На рис. 4.7. редставлен характер изменения скорости в ЗРП при сосредоточенных притоке

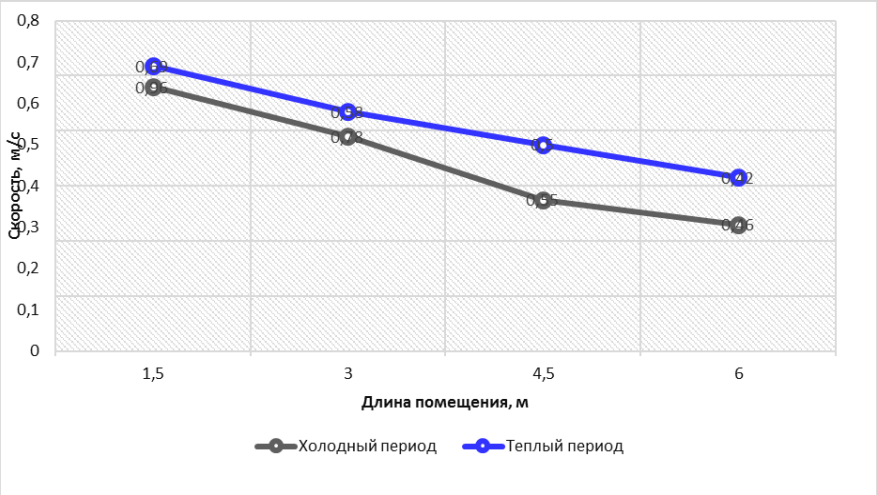


Рис. 4.7. Характер изменения скорости при сосредоточенном притоке и вытяжке.

и вытяжке воздуха. Сравнение профилей кривых скоростей в холодный и теплый период года показывает их аналогию. Это означает, что на характер распределения скоростей воздушных потоков при сосредоточенной подаче не влияет изменение начальной скорости истечения воздуха из воздуховода.

Характер распределения аммиака в ЗРП в переходный период года (рис. 4.8) В условиях рассредоточенной подачи воздуха выявляет профиль кривых концентрации аммиака где наблюдается его наименьшее значение на участках, расположенных непосредственно под приточными отверстиями. При подаче воздуха через центральный воздуховод (кривая №1) концентрация аммиакав зоне вытяжных отверстий снижается, создавая четко выраженный участок с максимальной загазованностью. Это вызвано образованием у стен обратных вихревых потоков воздуха, уносящих аммиак во внутрь помещения. Наименьшее содержание аммиака наблюдается при прохождении воздуха через перфорированный воздуховод. Сравнение этой схемы с предыдущимипоказывает преимущества распределения воздуха посредством перфорированного воздуховода. Схема является наиболее приемлимойс точки зрения загазованности воздуха в ЗРП. С увеличением воздухообмена концентрация аммиака в ЗРП уменьшается. Результаты производственных исследований позволяют сделать следующие

выводы: применение в птичниках щелевых воздуховодов нецелесообразно, при распределении воздуха образуются воздушные потокив ЗРП, имеющие скорости, превышающие предельные значения и повышенную загазованность помещения.

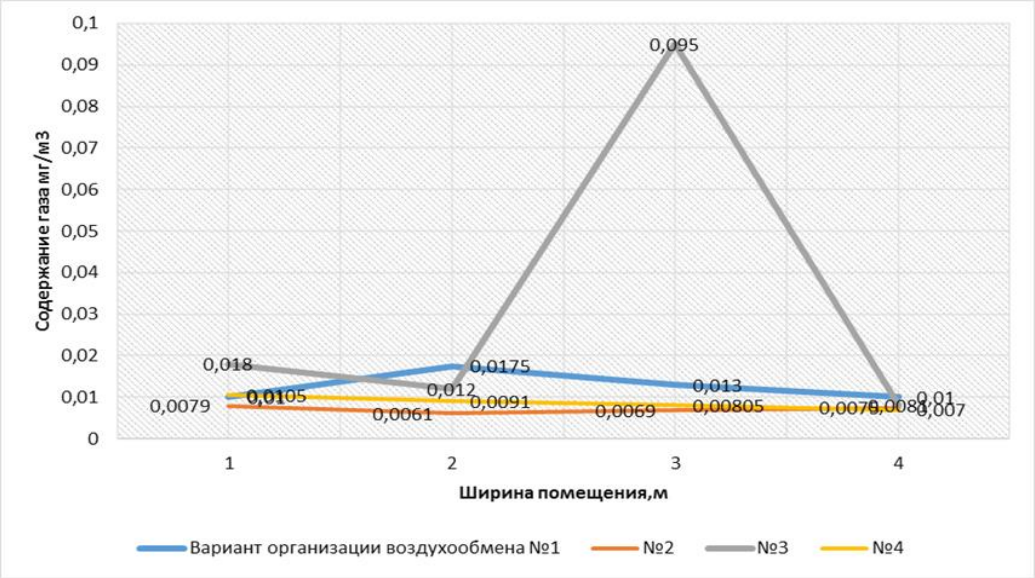


Рис. 4.8. Характер изменения концентрации аммиака в ЗРП.

Наиболее эффективной является схема воздушных потоков с перфорированным воздуховодом. Критерием сравнительной оценки схем воздушных потоков и характеристикой равномерности распределения вредных выделениий в ЗРП служит коэффициент эффективности воздухообмена, предложенный В.Н. Старых:

$$K_э = \frac{t_{ух} - t_{пр}}{t_{ср} - t_{пр}} \tag{4.89}$$

где $t_{ух}$, $t_{пр}$, $t_{ср}$,- температура уходящего, приточного воздуха и средняя температура в ЗРП, °С.

Коэффициент эффективности воздухообмена характеризует степень использования ох-лаждающего эффекта приточного воздуха [178], рациональность размещения приточных и вытяжных устройств по отношению к ЗРП. При распределении воздуха тоннельной схемой коэффициент эффективности воздухообмена 0,44, при распределении воздуха через перфорированный воздуховод коэффициент эффективности воздухообмена 0,60.

4.2.3. Результаты исследования влияния параметрических показателей микроклимата на суточный прирост веса птицы в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс»

Для всесторонней оценки воздушной среды, как подсистемы, в разделе 4.1 при выполнении лабораторных исследований были выявлены факторы, влияющие на параметрические показатели микроклимата. Задача производственных исследований состоялав обосновании

неразрывности подсистем: параметрические показатели микроклимата – жизнедеятельность и продуктивность птицы. Регулирование теплоты заключается в повышении или ослаблении обмена веществ в организме птицы, в усилении или уменьшении отдачи теплоты в окружающую среду. Следствием сбалансированной подачи и удаления теплоты в помещение птичника является постоянство температуры тела бройлеров. Зона температурного комфорта (термонейтральности) (рис.4.9) определяет условия развития птицы при минимальных значенияхтеплообмена и теплопродукции. Нижняя и верхняя зоны термонейтральности определяют значения критической температуры приточного воздуха. Коэффициент эффективности воздухообмена (формула 4.89.) определяет условия теплообмена и минимализации теплопродукции птицы. При температуре воздуха ниже критической повышаются обмен веществ и теплопродукция в организме птицы.

Однако, уровень критической температуры внешней среды зависит от кормления, условий содержания, влажности и скорости движения воздуха [13]. Суточная продуктивность птицы выражается аналитически в функции температуры уравнением параболы:

$$B_{макс} = a \cdot \Theta^2 + b \cdot \Theta + c \tag{4.90}$$

где $B_{макс}$ - максимальная суточная продуктивность птицы, кг;

Θ^2 - оптимальная температура воздуха в помещении, 22 °С;

a, b, c - коэффициенты членов квадратичного уравнения.

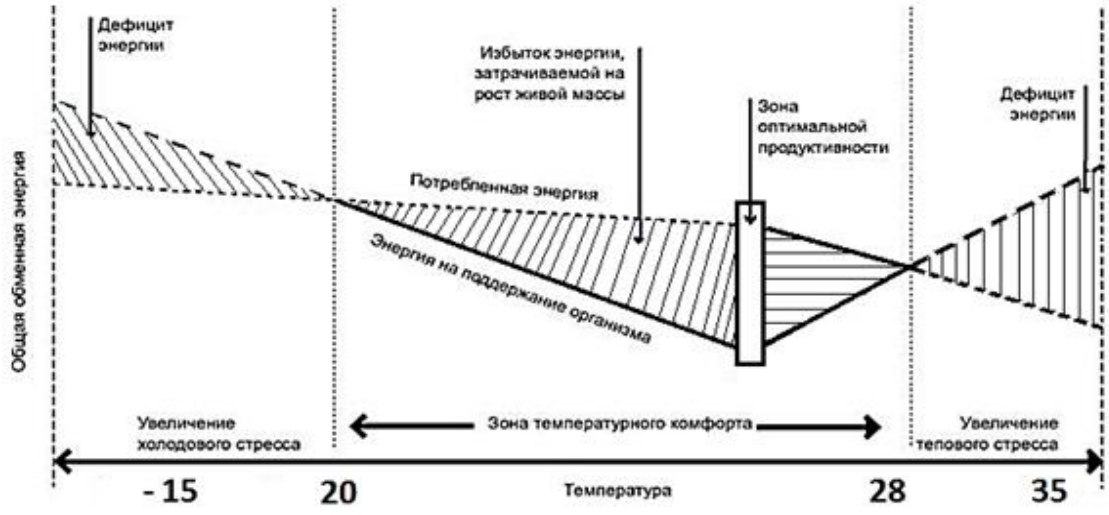


Рис.4.9 Схема энергетического баланса организма птицы

Значения коэффициентов различны для каждой породы, линии, кросса, технологии содержания. Для бройлерной птицы кросса «Кобб 500» с напольным содержанием птицы расчитанные значения коэффициентов при отклонениях температуры воздуха в ЗРП от оптимальных значений в пределах 2,5...5,0 °С приведены в приложении 17.

Таблица 4.1 Изменение живого веса птицы в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс» г. Дубоссары

Возраст бройлеров, дни	**Температура в помещении, °С**	**Вес бройлеров, гр**	**Суточный прирост веса, гр**	**Суточный расход корма, гр**	**Среднесуточное прибавление веса птицы, гр**
5	31	112	20	30	17,14
12	28	335	40	61	27,14
19	26	678	55	95	35,86
26	24	1132	71	132	44,18
33	21	1665	79	158	50,97
42	18	2400	82	185	56,14

Используя методику оценки эффективности вентиляции, изложенную Бронфманом Л.И. [37] нами получены значения коэффициентов, a, b, c, что позволило определить зависимость расхода кормов КТП при оптимальной температуре и отклонении температуры воздуха от оптимального уровня (Приложение 12).

$$K_{ПТ} = b \cdot \Theta + c \tag{4.91}$$

$$K_{ПТ} = b \cdot (\Theta + \Delta\Theta) \cdot c \tag{4.92}$$

Отклонение температуры воздуха ΔΘ в ЗРП от оптимальных значений снижает суточный прирост продуктивности птиц.

В аналитическом виде закономерность изменения суточного прироста продуктивности выражается следующим образом:

$$B_{\Delta\Theta} = a \cdot (\Theta + \Delta\Theta)^2 + b \cdot (\Theta + \Delta\Theta) + c \tag{4.93}$$

Таблица 4.2 Зависимость расхода кормов от эффективности воздухообмена

Расход корма, гр.	**Отношение приема воды к приему корма**	**Температура воздуха,°С**	**Коэффициент эффективности воздухообмена**
150…190	1,3 : 1	16…21	0,95…1,06
140…150	2 : 1	22…23,5	0,95…1,06
90…130	2 : 1	24…26	0,95…1,06
20…50	2 : 1	27…31	0,95…1,06
08…20	4,7 : 1	28…41	0,95…1,06

Нами определена продуктивность птицы разного возраста в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс» (табл. 4.1). Расход кормов хозяйствеООО «Калиюга Плюс» принят по нормативам.

В процессе роста птица потребляет корм и воду, отношение приема воды к приему корма приняты по рекомендациям Паникар И.И. [142]. Нами собранны и обработанны данные расхода кормов, продуктивности птицыв зависимости от температуры внутреннего воздуха птичника (табл.4.1). Коэффициент эффективности воздухообмена Кэ измняется в пределах 0,95…1,06, что свидетельствует об увеличении степени использования охлаждающего эффекта приточного воздуха. Анализ данных показывает,что максимальная продуктивность птицы проявляетсяначиная с девятнадцатой недели. Данные по ежедневной продуктивности птицы в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс» приведены в приложении 12. Для апробации предположений, рассмотренных в главе 4.2.2 в птичнике произведена подача воздуха через перфорированный воздуховод, при этом продуктивность птицы в возрасте 27…43 недель с расчетом относительной прибавки в весе составила 105…185 гр. живого веса (Приложение 13).

4.2.4. Результаты исследования влияния показателей микроклимата на продуктивность птицы в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс»

Внешние причины, влияющие на величину зонытемпературного комфорта(термонейтральности) были рассмотрены в разделе 4.2.3. Для выявления внутренних причин, влияющих на соотношение между продуктивностью птицы и потреблением корма, были проанализированы условия эффективного влияния параметрических показателей на выход продукции.

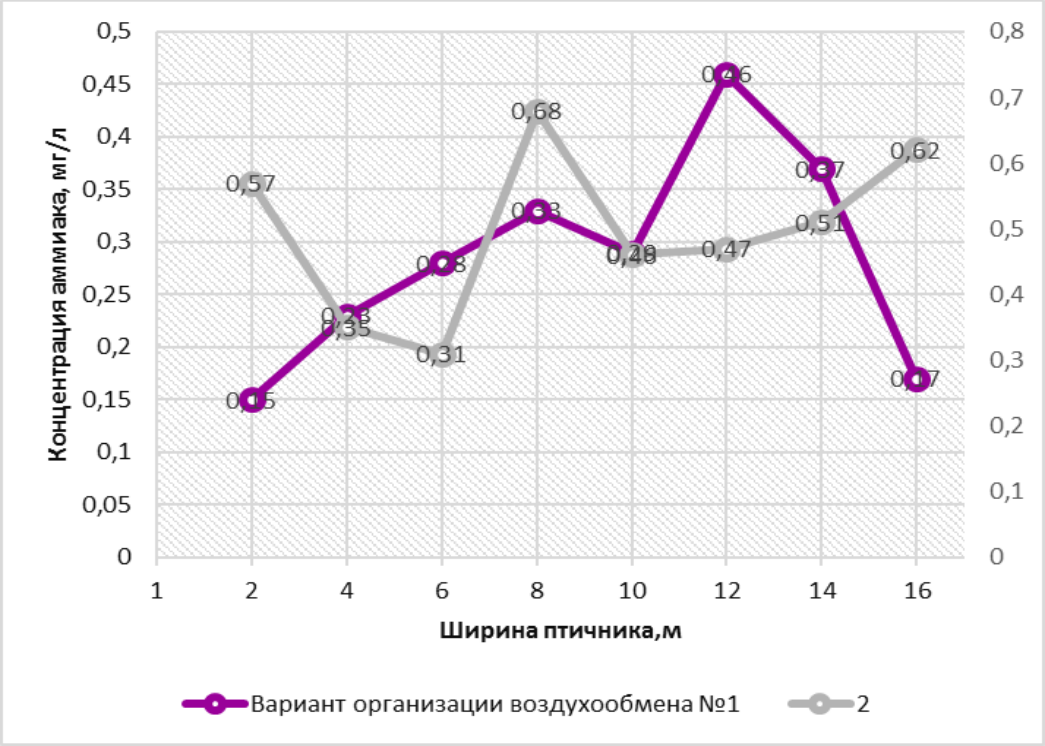


Рис.4.10. Изменение концентрации аммиакапо ширине птичника в холодный период года.

Проведены сравнительные исследования при значениях воздухообмена по ветеринарно-гигиеническим требованиям: для холодного периода года – 26300 м^3/ч, для переходного – 22560 м^3/ч. Результаты исследований, характеризующих воздушный режим по поперечному сечению птичника шириной 18 м в холодный и переходный период года, приведеныв Приложении 14. Графическая интерпретация производственных исследований представлена рисунками 4.10…. 4.15. При сравнении загазованности воздуха по уровням 0,2; 0,4; 0,6 от отметки чистого пола по периодам года (рис. 4.10) при тоннельной вентиляции (линия №1) наблюдается изменение средней концентрации аммиака в зоне размещения птицы: $q_{ср}$ выше концентрации в уходящем воздухе $q_{ух}$, отношение концентраций $q_{ср}/q_{ух}$ 1,53 в холодный период, в переходный 1,34.

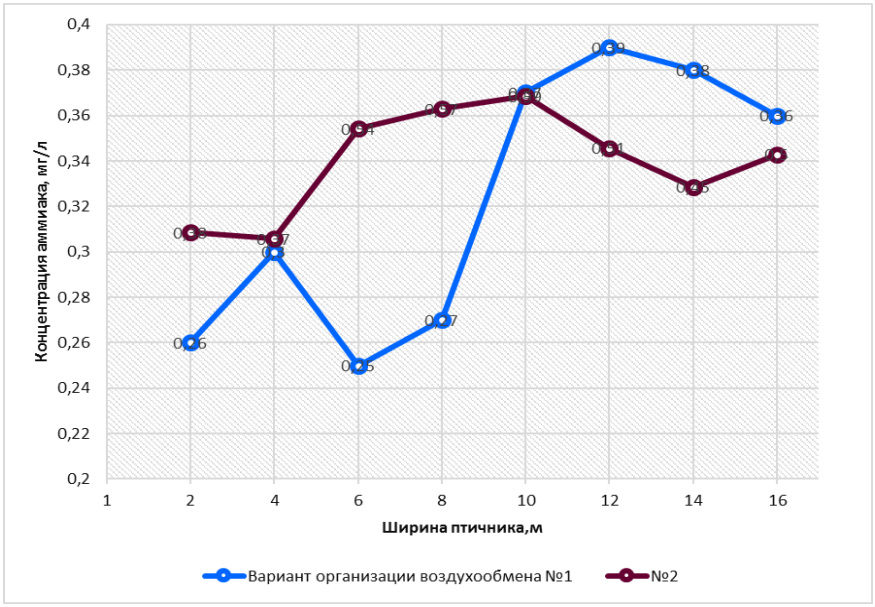


Рис. 4.11. Изменение концентрации аммиака по ширине птичника в переходный период года.

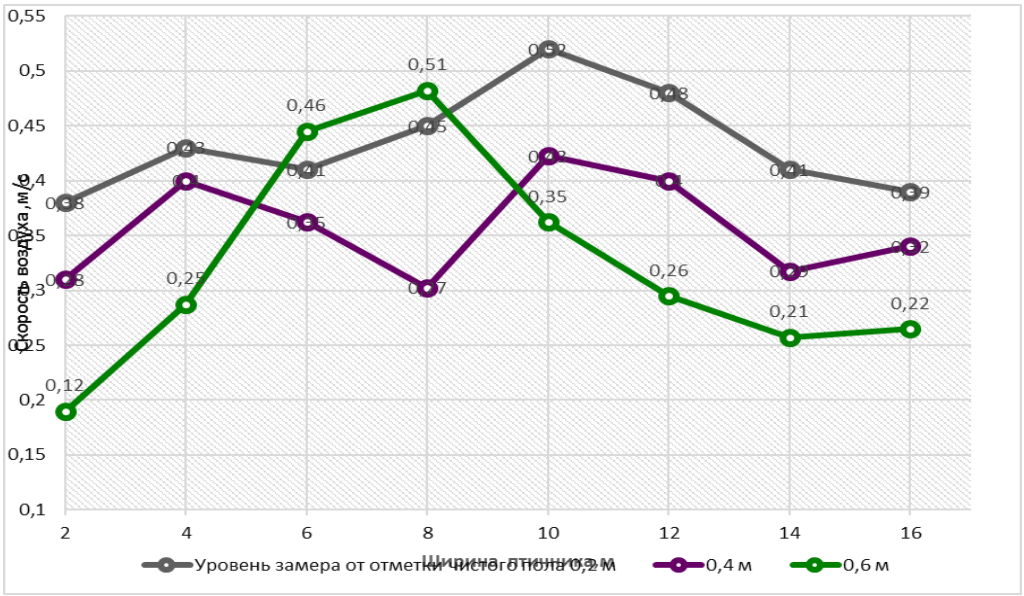


Рис. 4.12. Изменение скорости воздуха по ширине птичника в холодный период года.

При распределении воздуха через перфорированный воздуховод (рис. 4.10 линия № 2) qсрниже концентрации в уходящем воздухе qух, отношение концентраций $q_{ср}/q_{ух}$ 0,8. Вблизи продольных стен концентрация аммиака уменьшалась, что вызвано интенсивным движением приточного воздуха.

Исследования скоростных полей в объеме птичника представлены на рисунках 4.12 и 4.13. При подаче воздуха тоннельной вентиляции скоростной режимпо ширине помещения

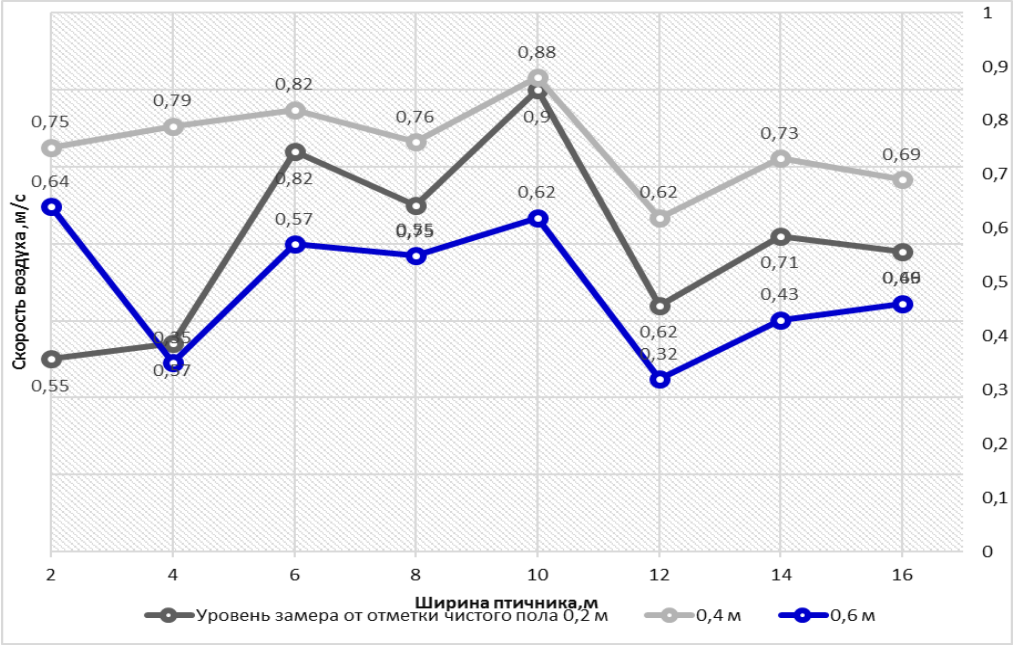


Рис.4.13. Изменение скорости воздуха по ширине птичника в переходный период года.

имеет скачкообразный характер, предельные значения скорости в холодный период года близки к максимальным нормативам (табл.1.4, приложение 14). Средняя скорость воздуха выше оптимальной в холодный период года, превосходила допустимую нормами величину 0,5 м/с.Подача воздуха через перфорированный воздуховод способствовала скорости воздуха в пределах оптимальных значений, скорость потоков воздуха не превышала 0,3 м/с.

Исследования температурных полей (рис. 4.14) показали формирование в помещении птичника турбулентных потоков, способствующих созданию удовлетворительного микроклимата в помещении при подаче воздуха через перфорированный воздуховод. Распределение температур в рабочей зоне имело равномерный характер. Разность между максимальной и минимальной температурами в переходный период составляла 5 °С, в холодный – 6,8 °С. Подача воздуха тоннельной вентиляцией обеспечивали среднюю температуру воздуха 16…18 °С и неравномерное распределение температурных полей. У вытяжных отверстий максимальная температура воздуха достигала в холодный период года 18,8 °С, в переходный 25,4 °С. Вариант с перфорированным воздуховодом при сосредоточенной вытяжке показал

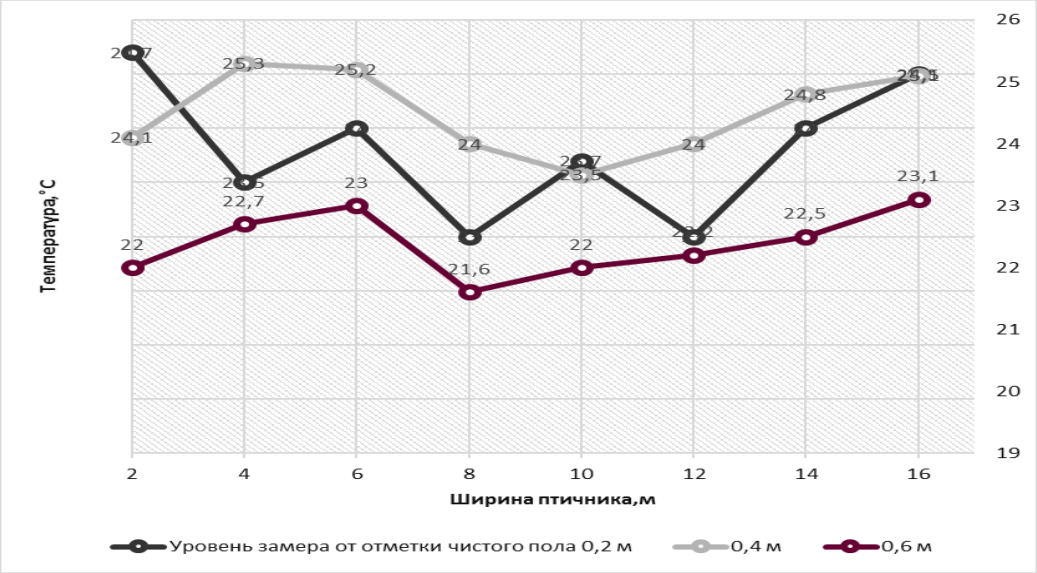


Рис.4.14. Изменение температуры воздуха в птичнике в переходный период года.

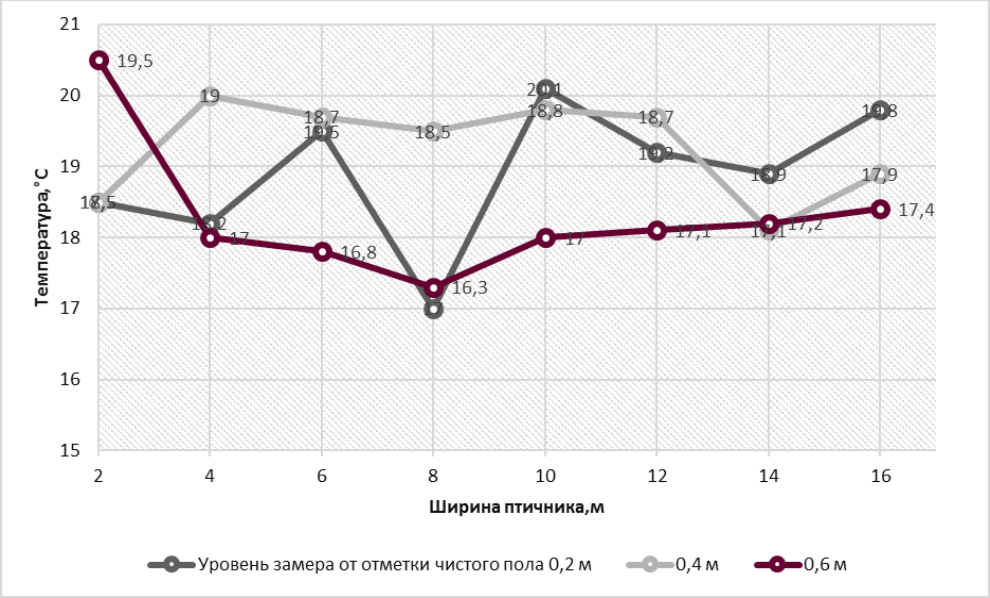


Рис.4.15. Изменение температуры воздуха в птичнике в холодный период года.

наилучшие результаты. Наибольшая подвижность воздуха при минимальной концентрации аммиака наблюдалась в рабочей зоне под воздуховодом. В направлении удаления воздуха скорость постепенно падала, содержание аммиака возрастало. Конструкция воздухораздающих устройств, их количество и месторасположение существенно влияют на равномерность полей температур, скоростей и загазованность в ЗРП.

Максимальная ежедневная яйценоскость птицы наблюдается при +15 °С (рис. 4.17). При температуре воздуха в птичниках ниже +10°С уменьшается яйценоскость на 2...4% на каждый градус [57], при температуре 32 …50°С яйценоскостьи масса яиц резко снижается. Повышение температуры окружающего воздуха уменьшает птицей потреблениекормов в сутки (рис. 4.18.) [81,162,177].

Рис.4.16. Перфорированный воздуховодпеременного сечения в птичнике.

Повышение температуры воздуха способствует учащению дыхания и увеличению количества влаги, выделяемой птицей. Температурная граница, с которой это явление начинается находится в интервале 23,9…26,8 °С. При уменьшении влажности воздуха наблюдается снижениеяйценоскости кур-несушек на 30 %. При повышении относительной влажности воздуха более 75 % расход корма повышается на 20 %. При относительной влажности воздуха менее 50 % яйценоскость кур-несушек снижается на 8 %.

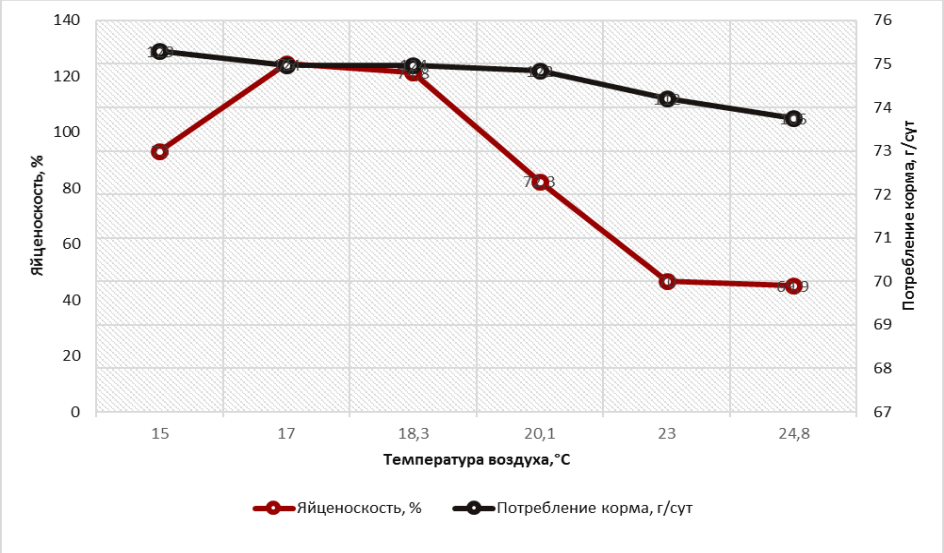


Рис.4.17. Зависимость продуктивности птицы от температуры воздуха в птичнике.

В результате исследований, накопленного практического опыта можно сделать вывод: для обеспечения здоровья, высокой резистентности, продуктивности птицы, снижения затрат корма на единицу продукции целесообразной и экономически выгодной является зона теплового безразличия и нижняя зона повышенного обмена.

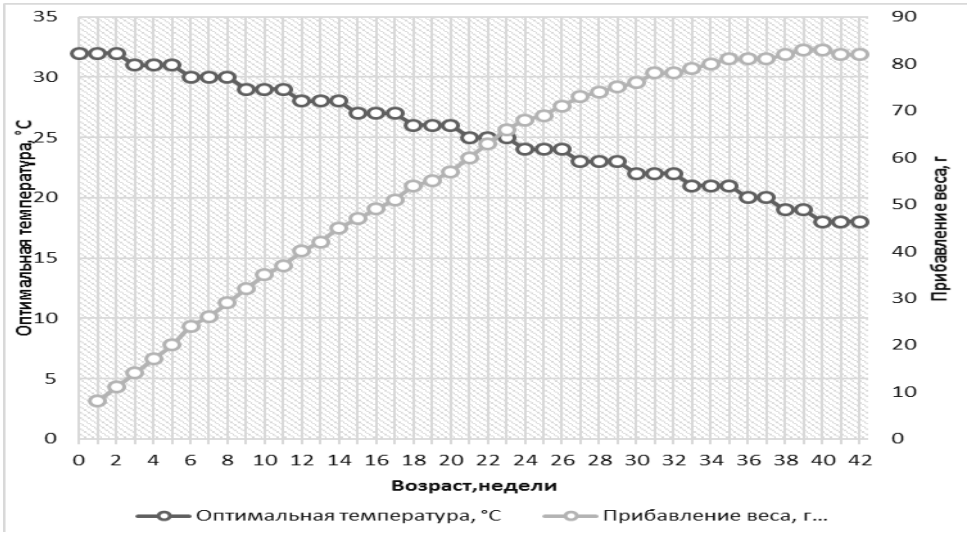


Рис.4.18. Увеличение веса птицы в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс».

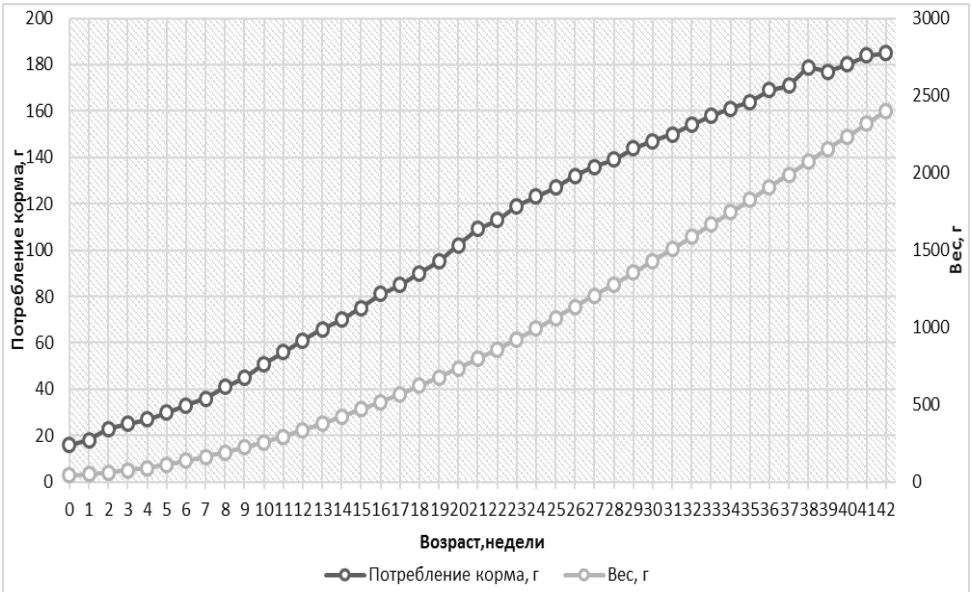


Рис.4.19. Продуктивность птицы в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс».

4.2.5 Результаты исследования влияния показателей микроклимата на режим энергопотребления в птичнике ООО «Калиюга Плюс»

Вопрос эффективности использования теплоты уходящего воздуха исследовался в птицеводческом помещении фермерского хозяйства ООО «Калиюга Плюс» г.Дубоссары, где смонтирована установка «Агроклимат» с утилизацией тепла удаляемого воздуха. Характеристика установки приведена в таблице 4.3.

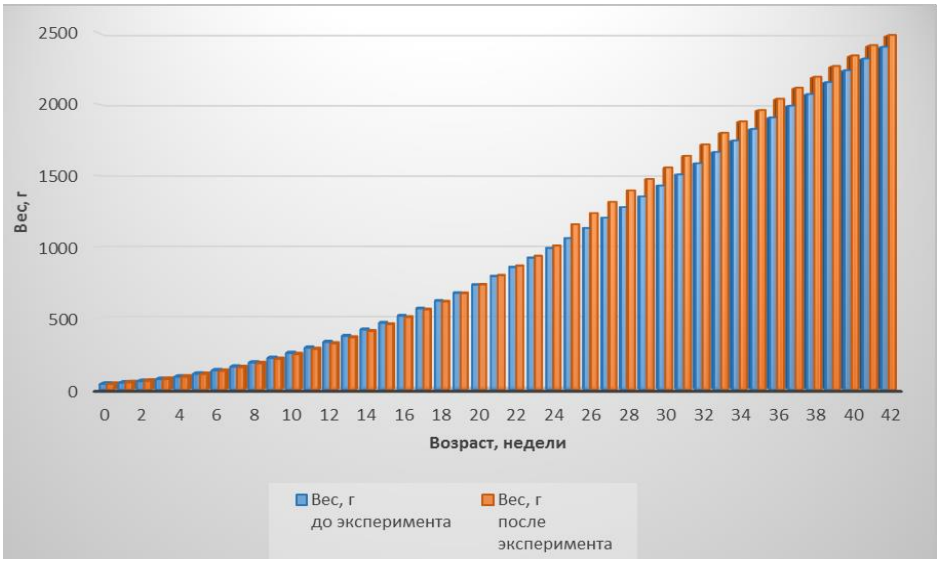


Рис.4.20. Сравнительные показатели привесаптицы в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс».

Таблица 4.3 Техническая характеристика установки «Агроклимат»

Показатели	**Вариант исполнения – настенный**
Подача воздуха, $м^3$/ч: - на притоке - на вытяжке	 370-1550 до 2550
Потребная мощность, кВт	0,63
Теплопроизводительность расчетная при t = 40°С, кВт	20
Коэффициент температурной эффективности:	0,5-0,65
Уровень шума в зоне расположения птицы, дБ	69
Габаритные размеры, мм	1050×1470×1190
Масса, кг	250

Интенсивность конденсации влаги при прохождении теплого воздуха из помещения увеличивалась при понижениитемпературы поверхности приточного воздуховода, что позволило производить воздухообмен в помещениях без подогрева приточного воздуха.

Согласно нормам технологического проектирования [136], рекомендуемая скорость воздуха вЗРП $\bar{\upsilon}$ = 0,15…0,4 м/сек. При изучении скоростных полей ЗРП разделялась на три участка: с нормальной скоростью 0,15…0,4 м/сек, с пониженной менее 0,15 м/сек и с повышенной выше 0,4 м/сек. Показателем тепловой экономичности системы принят коэффициент расхода тепла [105]. При равномерном распределении температур, при равенстве$t_{вых}$= $t_в$ = $t_ж$- коэффициент расхода тепла равен единице.Для энергоэкономичных систем величина коэффициента расхода тепла значительно меньше единицы.Формула для определения коэффициента расхода тепла:

$$\eta = 1 + \frac{cL(t_{вых} - t_{ж}) + a(t_{в} - t_{ж})}{(cL + a)(t_{ж} - t_{н}) - \varepsilon} \quad (4.94)$$

где с – удельная теплоемкость воздуха, с = 1,005 кДж/(кг·°С);

L – удельный воздухообмен, кг/кДж;

ε – доля свободной теплоты в общем ее количестве, выделяемом птицей с учетом расхода на испарение влаги с поверхности пола и других поверхностей;

а – количество теплоты, приходящееся на градус температурного перепада, которое теряется сквозь ограждающие конструкции, выражается в долях от общего притока теплоты от птицы, 1°С [155].

Для всех вариантов воздухообмена трехкратно замерялась температура и скорость движения воздуха, температура уходящего, приточного воздуха. Воздухообмен конт-ролировался по расходу приточного и удаляемого воздуха. Результаты исследований приведены в Приложении 15.

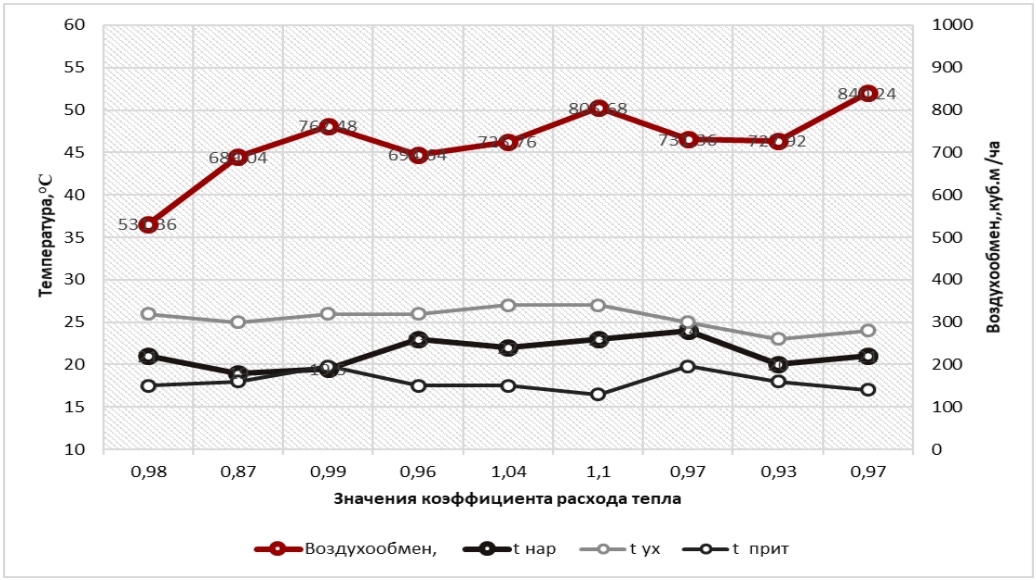


Рис.4.21. Изменение коэффициента расхода тепла установкой для регулирования микроклимата.

Величины критериев оптимизации $\bar{\upsilon}_{ж}$ и $s_{\bar{\upsilon}}$ при удалении воздуха из верхней и нижней зон различаются не значительно, поэтому для уменьшения интервала изменения критериев дальнейшие исследования разделили на два ортогональных плана для наружных температур: -15°С и +10°С. В дальнейшем рассматривались варианты, при которых весь воздух удаляется из верхней зоны при ζ=1.

После обработки данных получены адекватные уравнения регрессии. Средняя скорость движения воздуха в ЗРП:

– при температуре -15°С

$$\bar{\upsilon}ж = 1{,}05\text{-}45{,}90\ f_0\ \text{-}0{,}48n\text{+}505{,}0\ f^2_0\ \text{+}0{,}06n\text{+}10{,}44f_0n \quad (4.95)$$

при температуре 10°С

$$\bar{\upsilon}ж = 2{,}02\text{-}87{,}70f_0 \text{ -}0{,}86n+1274\ f^2_0 +0{,}11n^2+14{,}79f_0n \quad (4.96)$$

Таблица 4.4 Матрица для определения расчетных параметровустановкой для регулирования микроклимата

Показатель	**Фактор**		**Критерии оптимизации**			
	f_0 ,м²	**n**	**$\bar{\upsilon}_ж$ м/сек**		**$s_{\bar{\upsilon}}$,м/сек**	
			$t_н$ =-15 °С	**$t_н$ =10°С**	**$t_н$=-15 °С**	**$t_н$=10°С**
Уровень варьирования						
Верхний (+)	0,0271	3				
Основной (0)	0,0156	2				
Нижний (-)	0,0041	1				
Опыт:						
1	+	+	0,07	0,09	0,03	0,04
2	-	+	0,10	0,27	0,4	0,07
3	+	-	0,04	0,24	0,03	0,04
4	-	-	0,55	1,10	0,29	0,48
5	-	0	0,16	0,38	0,07	0,11
6	+	0	0,06	0,15	0,03	0,04
7	0	-	0,15	0,31	0,06	0,08
8	0	+	0,05	0,10	0,03	0,05
9	0	0	0,09	0,20	0,04	0,06

Таблица 4.5 Параметры установки для регулирования микроклимата, обеспечивающие оптимальные условия

Вариант	**Параметр**			**Критерии оптимизации**				
	n	**f_0 ,м²**	**$t_н$,°С**	**ζ**	**$\bar{\upsilon}_ж$ м/сек**	**$s_{\bar{\upsilon}}$,м/сек**	**St°С**	**η**
1	1	0,016	-15	1	0,19	0,10	0,8	1,07
				0	-	-	0,7	0,96
			10	1	0,43	0,14	0,5	1,03
				0	-	-	0,4	0,93
2	2	0,006	-15	1	0,20	0,09	0,9	1,05
				0	-	-	0,8	1,02
			10	1	0,44	0,12	0,6	1,06
				0	-	-	0,4	1,04

Неравномерность распределения воздушных потоков в ЗРП:

− при температуре -15°С $s_{\bar{\upsilon}}$= 0.56-24.40 f_0 -0,26n+290,00 f^2_0 +0,03n^2+5,44f_0n (4.97)

− при температуре 10 °С $s_{\bar{\upsilon}} = 0{,}92\text{-}41{,}40f_0$ -0,44n+505,00 f^2_0 +0,05n^2+8,92f_0n (4.98)

При решении уравнений определены параметрыустановки для регулирования микро-климатаобеспечивающие оптимальные условия в птичнике (табл. 4.5).Оптимальный ре-жим работы установки для регулирования микроклимата обеспечивается одним воздухо-водом, воздух удаляется из верхней зоны, значение коэффициента расхода тепла нахо- 1,07…1,03, удельная площадь распределительных отверстий составляет 0,016 м^2, средняя скорость движения воздуха в ЗРП 0,19 м/с в зимнее время, в летнее 0,43 м/с, нерав-номерность распределения воздушных потоков 0,10…0,14 м/сек.

4.2.6. Результаты исследования равномерности показателей микроклимата по площади и объему птичника

Для анализа распределения воздушных потоков по объему птичника исследовались схемы подачи и удаления воздуха в верхнюю и нижнюю зоны с изменением угла подачи приточного воздуха в ЗРП. При всех семнадцати вариантах, указанных в Приложении 16, производились трехкратные замеры температуры и скорости движения воздуха, темпе-ратуры приточного и удаляемого воздуха, зарисовывались циркуляции воздушных пото-ков. Характер изменения распределения температурных и скоростных полей в попереч-ном сечении рассматриваемого помещения представленыв виде схем на рисунках 4.22…4.24.

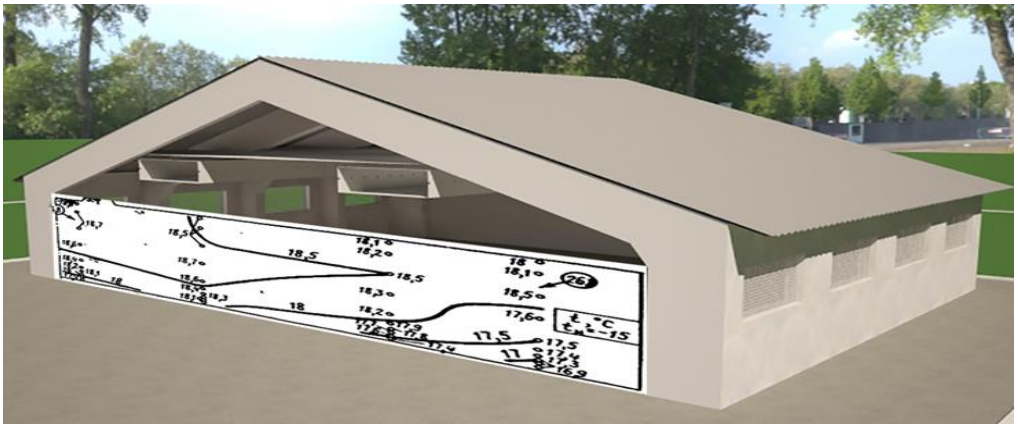


Рис. 4.22. Характер изменения распределения температурных полей по поперечному сечению помещения в переходный период года.

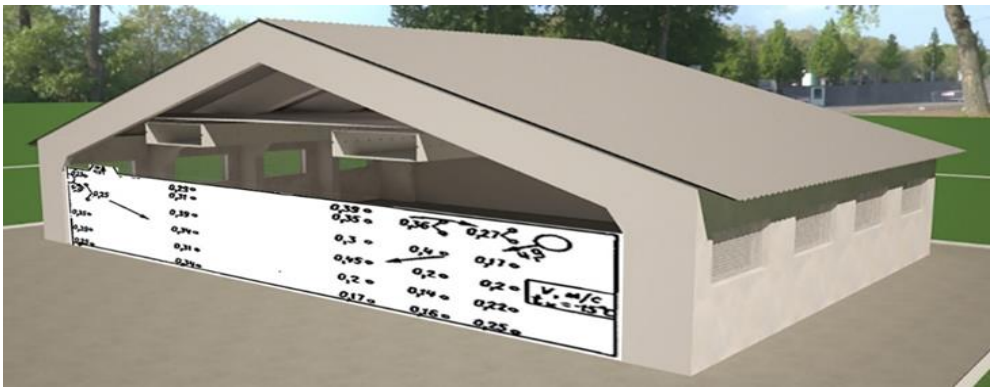


Рис. 4.23. Характер изменения распределения скоростных полей по поперечному сечению помещения в холодный период года.

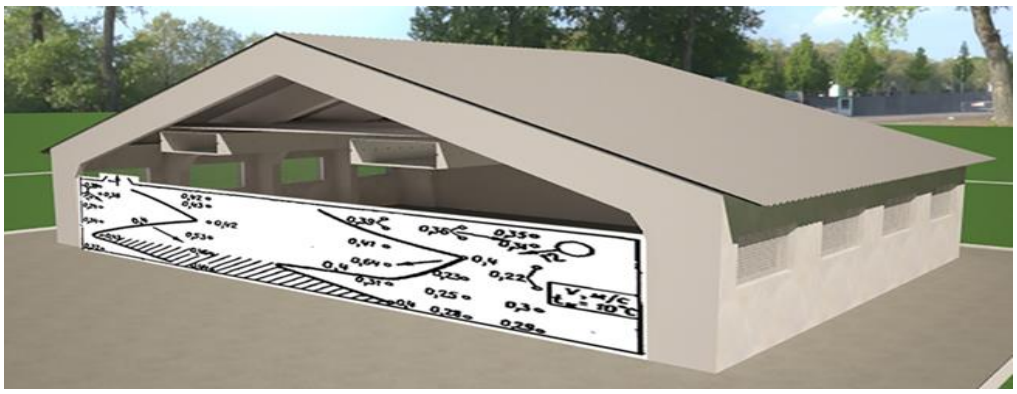


Рис. 4.24. Характер изменения распределения скоростных полей по поперечному сечению помещения в переходный период года.

—изотермы, ₀ место замера скорости движения воздуха, ← направления воздушных потоков

Наибольшая равномерность распределения температур наблюдается при направлении приточного воздуха под углом 30…90 °С к горизонтали (табл. 3.1, варианты I - 3; I -5).

При подаче воздуха непосредственно в зону расположения птицы (табл.3.1, варианты I-8; I-10) неравномерность больше – в этих вариантах воздух подавался на высоте 0,40 м от уровня пола. Объясняется это тем, что температура приточного воздуха выше температуры внутреннего воздуха, основная масса воздуха поднимается, не достигая пола.

Скорость движения воздуха в ЗРП ни в одном случае не ниже нормативной 0,15 м/сек. Наименьшая скорость – при подаче воздуха параллельно перекрытию для вариантов I -1, II - 1, III – 1(табл. 3.1) средняя скорость воздуха – 0,24 м/сек; для вариантов I-7, II-7 средняя скорость – 0,26 м/сек. В случаях удаления воздуха из нижней зоны скорость в среднем снизилась на 4%, коэффициент неравномерности распределения скоростей увеличился на 19%. С понижением наружной температуры сокращаются воздухообмен в 2,5 раза и скорость движения воздуха на 26%. На тепловую экономичность системы наибольшее влияние оказывает направление приточного воздуха, а не место удаления воздуха.Для сокращения расхода теплоты приточный воздух необходимо направлять в ЗРП.

4.3. Выводы к четвертой главе

1. Подтверждены теоретические предпосылки по обоснованию конвективной состав-ляющей температурных колебаний в условиях ограниченого объема птицеводческого помещения.
2. Выявлены оптимальные значения скорости воздуха в установке для регулирования микроклимата при распределениивоздушныхпотоков по схеме «сверху вниз» под углом наклона потока 30 и 60° к горизонтали.
3. Предложена схема распределения воздуха установкой для регулирования микро-климата посредством перфорированного воздуховода переменного сечения.

4. Установлена зависимость между распределением потоков приточного и удаляемого воздуха, температурныхи скоростных полей в установке для регулирования микроклимата. Оптимальная равномерность распределения температурывыявлена при направлении приточного воздуха в ЗРП под углом 30 и 60 ° к горизонтали.
5. Определены показатели, характеризующие эффективность работы установкидля регулирования микроклимата:

-средняя скорость движения воздуха в ЗРП 0,26…0,40 м/с;

-неравномерность распределения воздушных потоков в ЗРП 31,3/33,3 %;

-величина зон распределения приточных и вытяжных потоков прискорости не более 0,40 м/с составляет 74/30 %;

-неравномерность распределения температуры 1,6 %.

6. Определен показатель тепловой экономичности установки для регулирования микроклимата в птичнике - коэффициент расхода тепла.
7. Доказано, что оптимальноезначение коэффициента расхода тепла 0,98…1,04 достигается при распределении воздуха установкой для регулирования микроклимата посредством перфорированного воздуховода переменного сечения, при этом наибольшее влияние на тепловую экономичность установки оказывает направление подачи приточного воздуха.
8. Выявлен оптимальный характер распределения температурных и скоростных полей в установкедля регулирования микроклимата при распределении воздуха перфорированным воздуховодом переменного сечения. В холодный период года средняя температура 22,6…22,8°С формируется в интервале скоростных полей 0,24…0,28м/с. Предельные значения температуры 21,6…23,1°С,скорости 0,13…0,41 м/с. В переходный период температура 22,9…23,1°С формируетсяв интервале скорост-ных полей 0,35…0,39 м/с. Предельные значениятемпературы 22,4…24,0°С, скорости 0,25…0,53 м/с.
9. Установлена зависимость между показателямипотребления корма, привеса и усло-виями выращивания птицы. Стабильноеувеличениевеса птицы с возраста 25 не-дельсоставила 51,1…86,7% относительно величины потребления кормапри распределении воздуха в ЗРП установкой для регулирования микроклимата посредством перфорированного воздуховода.

5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПТИЧНИКАХ

Целью технико-экономического обоснования применения технологии и технических средств регулирования микроклимата в птичнике является выявление их сравнительной экономической эффективности и целесообразности внедрения в производство.

В основу технико-экономического обоснования положена методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских исследований [125,126].

При выполнении технико-экономического обоснования производили расчет:

– технико-экономической оценки системы создания регулируемого микроклимата в помещении птичников;

– расчет показателей экономической эффективности их внедрения в производство.

5.1. Расчет технико-экономической оценки системы создания микроклимата в птичнике

К показателям технико-экономической оценки системы регулирования микроклиматав помещении птичников относятся:

- производительность установки для регулирования микроклимата;
- мощность электродвигателей;
- затраты труда;
- прямые эксплуатационные расходы;
- капиталовложения;
- приведенные затраты на 100 голов птицы.

Таблица 5.1 Нормативные данные, применяемые при расчетах технико-экономической оценки вентиляционно-отопительной системы

Показатели	**Обозначение**	**Единицы измерения**	**Значение показателя**
1	2	3	4
Годовая загрузка для центральной зоны	T	ч	2928
Длительность работы в сутки	t	ч	24
Часовая тарифная сетка оплаты рабочего 5-6 разряда с учетом всех видов начислений	$C_р$	лей.	5,17
Нормы амортизационных отчислений	A	%	4
Нормы отчислений на техническое обслуживание и ремонт, в %	R	%	8,9
Стоимость электрической энергии	$C_э$	лей	1,01

Расчет технико-экономической оценки выполнен по методике с учетом нормативов, предназначенных для определения экономической оценки при государственных испытаниях [161,126]. Нормативные данные, применяемые при расчетах, приведены в таблице 5.1. Расчет технико-экономических показателей выполнялся по двум установкам для регулирования микроклимата: существующая в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс» (эталонная) и разработанная (экспериментальная). Технические данные установок приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 Технические данные установок для регулирования микроклимата

Показатели	**Единицы измерения**	**Экспериментальная**	**Существующая**
Оптовая стоимость системы	у.д.е.	120550	114857
Стоимость 1 кг массы системы	у.д.е.	438,4	459,4
Удельный расход эл. энергии	лей/ч	21,5	21,7
Обслуживающий персонал	чел.	5	5

Расчетные значения технико-экономических показателей приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 Расчетные значения технико-экономической оценки установки для регулирования микроклимата

Показатели	**Ед.изм**	**Расчетные формулы**	**Обозначения**	**Результаты**	
				Экспериментальная	**Существую-щая**
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1.Расход воды	$м^3$/ч	$W = n*w*\tau$	n- расчетный тариф на воду 5,52 лей/$м^3$; $w*\tau$ – норма потребления воды птицей	0,329	0,329
2.Мощность электродвигателей	кВт	По паспорту	-	0,75	0,75
3.Годовой расход электроэнергии	кВт*ч	$N=N_{сум}*\tau$	$N_{сум}$ - сум. расход эл.энергии ;τ- годовая нара-ботка	213404	262800
4.Затраты труда	чел.-ч	$З = З_{норм}* 365$	$З_{норм}$= 0,045	140580,1	162320,4
5.Балансовая стоимость	лей	$Б_с=О_с*k_т$	$О_с$–остаточная стоимость; $k_т$ – 1,3…1,4	7621405,1	7672320,8
6.Удельные капиталовложения	лей/т	$К_{уд}= К / в$	К- капитальные вложения ; в –выпуск продук-ции	6815,5	5986,9
7. Удельные эксплуатационные затраты	лей/кг	$И_{эз}= П_{эз}/В_н$	$В_н$–годовое производство продукции, кг	0,48	0,50
8. Прямые эксплуатационные затраты	лей		$З_п$- заработная плата; А – амортизация ;R – зап-	77277,2	80215,0

		$П_{эз}=З_п+А+R+С_э$	части; $С_э$– зат-раты на эксплу-атацию		
8.1.Заработная плата	лей	$З_п = N*k_з$	N – годовая отработка часов, $k_з$ – тарифный коэффициент по 5 разряду, $k_з$=1,60 …1,86	2548,0	2992,0
8.2. Амортизационные отчисления	лей	$А= Б_с*k_а$	$k_а$ – коэффициент аммортизации ,$k_а$=0,6…0,65	4303,9	4987,1
8.3. Отчисления на техобслуживание и ремонт	лей	$R = Б_с*k_р$	$k_р$ – коэффициент = 0,2	7439,7	8620,5
8.4. Стоимость электроэнергии	лей	$С_э= N_{сум}*q$	$N_{сум}$ – суммарная мощность оборудования, q –стоимость 1 кВт/ч, q=1,01лей	62985,6	63615,4
9. Приведенные затраты	лей	$П_з= Е*k_{уд}*И_{уд}$	Е- нормативный коэффициент Е= 0,2	61738,2	64255,8

5.2. Расчет показателей экономической эффективности сравниваемых систем регулирования микроклимата в помещениях птичников

Показателями экономической эффективности внедряемой в производство установки для регулирования микроклимата в птичниках являются:

- годовая экономия затрат труда;
- высвобождение рабочей силы;
- годовая экономия эксплуатационных затрат;
- годовой экономический эффект с учетом изменения количества продукции.

Годовая экономия затрат труда:

$$ГЭ_{зт} = З_{тн} – З_{тс}, \text{ чел.-ч} \quad (5.99)$$

где $З_{тс}$- затраты труда существующейустановки для регулирования микроклимата, чел/ч; $З_{тн}$- затраты труда установки для регулирования микроклимата, чел/ч.

$ГЗ_{зт}$= 162320,40 – 140580,10 = 21740,3 чел.-ч.

Годовая экономия эксплуатационных затрат:

$$ГЭ_{эз}= (П_{эз\ н}- П_{эз\ с}), \text{ лей} \quad (5.100)$$

где $П_{эз\ с}$- прямые эксплуатационные затраты существующей установки, лей;

$П_{эз\ н}$ - прямые эксплуатационные затраты установки для регулирования микроклимата, лей.;

$ГЭ_{эз}$= 80215,0- 77277,2 = 2937,8 лей.

Годовой экономический эффект от внедрения разработанной установки для регулирования микроклимата в птичнике с учетом прироста количества продукции:

$$ГЭЭ = (И_{ээн} – И_{ээс}) *В \quad (5.101)$$

где $И_{ээн}$- удельные эксплуатационные затраты установки для регулирования микроклимата, лей/кг;

$И_{ээс}$ - удельные эксплуатационные затраты существующей установки, лей/кг;

В –годовое производство продукции хозяйством в 2014 году, кг.

ГЭЭ = (0,50 – 0,48) *161392 = 3228,0 лей

Сводная таблица показателей экономической эффективности от применения установки для регулирования микроклимата 5.4.

Таблица 5.4 Показатели экономической эффективности установки для регулирования микроклимата

Показатели	**Ед.измерения**	**Результаты**
Годовая экономия затрат труда	чел.-ч	21740,3
Годовая экономия прямых эксплуатационных затрат	лей	2937,8
Годовой экономический эффект	лей	3228,0

5.3. Выводы к пятой главе

В ходе расчета технико-экономических показателей существующей в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс» и экспериментальной установки для регулирования микроклимата были выявлены следующие показатели: мощность электродвигателей, годовой расход электро-энергии и ее стоимость; расход воды, затраты труда на единицу продукции. Рассчитана балансовая стоимость, удельные капиталовложения, удельные эксплуатационные и прямые эксплуатационные затраты. Определена заработная плата в ценах ноября 2015 г., амортизационные отчисления и отчисления на техобслуживание и ремонт, приведенные затраты. При внедрении экспериментальной установки для регулирования микроклимата с распределением воздуха посредством перфорированного воздуховода переменного сечения годовая экономия затрат труда составит 21740,3 лея, годовая экономия прямых эксплуатационных затрат - 2937,8 лея. Годовой экономический эффект от внедрения экспериментальной установки для регулирования микроклимата с распределением воздуха посредством перфорированного воздуховода переменного сечения составит 3228,0 лея.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. На основании анализа систем и средств обеспечения требуемого воздухообмена в птичнике обоснованы условия оптимального распределения воздуха установками для регулирования микроклимата в птицеводческих помещениях.

2. Выявлена недостаточная изученность вопросов формирования воздушного режима в типовых безоконных птичниках для условий центральной зоны Молдовы.

3. Рассмотрены направления совершенствования технологий и технических средств для регулирования микроклимата обеспечивающие условия равновесия биологической теплоты птицы и отдачей излишков теплоты во внешнюю среду.

4. Установлены математические зависимости, описывающие закономерности изменения параметров регулирования микроклимата в птичнике.

5. Разработана физико-математическая модель, позволяющая корректировать заданные параметры микроклимата в птицеводческом помещении.

6. Получено обобщенное уравнение описывающее конвективный характер формирования температурного режима в птичнике.

7. Определен характер распределения полей упругости водяного пара у наружной поверхности ограждения при фильтрации воздуха.

8. Установлена зависимость средней скорости движения воздуха, неравномерности распределения воздушных потоков и температуры в ЗРП от удельной площади распределительных отверстий и числа воздуховодов.

9. Подтверждены теоретические предпосылки по обоснованию конвективной составляющей температурных колебаний в условиях ограниченного объема птицеводческого помещения.

10. Определены показатели, характеризующие эффективность работы установки для регулирования микроклимата:

- средняя скорость движения воздуха в ЗРП 0,26…0,40 м/с;
- неравномерность распределения воздушных потоков в ЗРП 31,3/33,3 %;
- величина зон распределения приточных и вытяжных потоков при скорости не более 0,40 м/с составляет 74/30 %;

-неравномерность распределения температуры 1,6 %.

11. Доказано, что оптимальное значение коэффициента расхода тепла 0,98…1,04 достигается при распределении воздуха установкой для регулирования микроклимата посредством перфорированного воздуховода переменного сечения, при этом наибольшее влияние на тепловую экономичность установки оказывает направление подачи приточного воздуха.

12. Выявлен оптимальный характер распределения температурных и скоростных полей в установке для регулирования микроклимата при распределении воздуха перфорированным воздуховодом переменного сечения. В холодный период года средняя температура 22,6…22,8 °С формируется в интервале скоростных полей 0,24…0,28 м/с. Предельные значения температуры 21,6…23,1 °С, скорости 0,13…0,41 м/с. В переходный период температура 22,9…23,1°С формируется в интервале скоростных полей 0,35…0,39 м/с. Предельные значения температуры 22,4…24,0 °С, скорости 0,25…0,53 м/с.

13. Предложенная для внедрения в птицеводческом хозяйстве с напольным содержанием кур установка для регулирования микроклимата с распределением приточного и удаляемого воздуха по схеме «сверху-вниз» посредством перфорированного воздуховода переменного сечения обеспечивает годовой экономический эффект 3228 лея.

.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Strategia de Dezvoltare a Agriculturii și Mediului Rural din Moldova 2014-2020 (HG Nr.409 din 04.06.2014) http://lex.justice.md/md/353310/.
2. Агеев В.Н. Индустриальная технология производства яиц / В.Н. Агеев, М.А. Асриян и др. - М.: Россельхозиздат, 1984. - 254 с.
3. Акатов А.А. Совершенствование локальной очистки воздуха в инкубаториях птицефабрик с помощью электрокоронного фильтра повышенной эффективности: дис.канд. техн. наук / А.А. Акатов. - Саратов, 2003. - 252 с.
4. Алексеев Ф.Ф. Промышленное птицеводство / Ф.Ф. Алексеев,М.А. Асриян, Н.Б. Бельгенко. - М.: Агропромиздат, 1991. - 544 с.
5. Аликаев В.А. Зоогигиена / В.А. Аликаев, В.Ф.Костюнина. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Колос, 1983. - 239 с.
6. Ананьев В.А., Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика /Учебное пособие. Второе издание – М.: Евроклимат, изд-во «Арина», 2000. – 416с.
7. Ануфриев Л.Н., Кожинов И.А., Позин Г.М. Теплофизические расчеты сельскохозяйственных и производственных зданий. М.: Стройиздат, 1974. - 214 с.
8. Аэродинамика вентиляции птичников // Птицеводство №5 1966. с. 29
9. Бабаханов Ю.М. Вентиляционно-отопительное оборудование систем микроклимата / Ю.М.Бабаханов. - М.: Россельхозиздат, 1982. - 64 с.
10. Байдевлятов А.Б. Система ветеринарно-санитарных мероприятий в промышленном и племенном птицеводстве / А.Б. Байдевлятов, Л.А. Ольховик, И.Н. Дорошко. - Киев: Урожай, 1975 - 224 с.
11. а.с. СССР № 659842, МКИ F 24 F 3/6. Способ очистки воздуха от производственных загрязнений / Баранов С.С., Дудницкий И.А., Емельянов Б.В., Кривопишин И.П., Трегубов Б.А., Шалыгин В.Н., Эльберг Г.К. - Опубл.30.04.1979.
12. Баркалов Б.В. Кондиционирование воздуха в промышленных и жилых зданиях / Б.В. Баркалов, Е.Е. Карпис. - М: 2-е изд., перераб. и доп. — М.; Стройиздат, 1982.—312 с.
13. Бароти И. Энергосберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах / И. Бароти, П. Рафан. - М.: Агропромиздат, 1988. – 227 с.
14. Баскаков А.П. Теплотехника. Учебник для вузов /А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др.: - М.: Энергоиздат, 1982. - 264 с.
15. Бахарев В.А., Павлов В.М. Отопление и вентиляция с сосредоточенной подачей воздуха. Научные работы институтов охраны труда ВЦСПС, 1977. вып. 109,- с.34-36.

16. Бахтин Д.И. Современная технология выращиванияи содержания птицы родительского стада бройлеров: Обзорн. информ. / Д.И.Бахтин. - М.: ВАСХНИЛ, 1989. - 45 с.

17. Бобоев СМ. Экспериментальные исследования тепло- и массообмена в насадках нерегулярной структуры для испарительного охлаждения воздуха / С.М.Бобоев // Вентиляция и кондиционирование воздуха промышленных и сельскохозяйственных зданий: Сб. науч.тр.- Рига, 1987. - с. 13 - 19.

18. Богословский В.Н: Кондиционирование воздуха и холодоснабжение / В.Н. Богословский, О.Я. Кокорин, Л.В. Петров. - М.: Стройиздат, 1985. - 367 с.

19. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. Теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха / В.Н. Богословский. - Изд.4-е, перераб. и доп., М.: Стройиздат, 1990 - 368 с.

20. В.Н. Богословский В.Н Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции. и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов / В.Н. Богословский – М.: Стройиздат, 2013 – 416 с.

21. Богословский В.Н. Тепловой режим здания, Стройиздат, М.,1979. с. 47.

22. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. - М.: Высшая школа, 1970. – 286 с.

23. Богословский В.Н. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха / В.Н.Богословский, М.Я. Поз. - М.: Стройиздат, 1983. -3 19 с.

24. Богданов М.Н. Учебная книга оператора-птицевода (производство яиц) /М.Н. Богданов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1981. - 335 с.

25. Бодров В.И. Микроклимат зданий и сооружений / В.И. Бодров, М.В. Бодров, Н.А. Трофимов, Н.Н. Разумнов. - Н.Новгород: Арабеск, 2001.- 395 с.

26. Бодров В.И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха производственных зданий сельхозназначения / В.И.Бодров, Л.М.Махов, Е.В. Троицкая. //Учеб. пособ. для вузов - М.: Издательство АСВ, 2014. 240 с. ил.

27. Бодров В.И. Отопление и вентиляция сельскохозяйственных зданий и сооружений / В.И.Бодров, А.Г.Егизаров, Е.С.Козлов. - Н. Новгород: Изд-во НАСА, 1995. - 130 с.

28. Бодунов А.В. Обеспеченность параметров микроклимата в сельскохозяйственных зданиях с воздухопроницаемыми наружными ограждениями. Дис.к.т.наук /А.В.Бодунов; Нижегородский государственный архитектурный университет –Нижний Новгород., 2003, 173 с.

29. Божко П.Е. Производство яиц и мяса птицы в специализированных хозяйствах / П.Е. Божко. - Л.: Изд-во «Колос», 1970. - 414 с.

30. Болотнов П.М. Механизация птицеводства / П.М. Болотнов, В.М. Лукьянов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1988. - 215 с.

31. Бородин И.Ф., Рудобашта С.П., Самарин В.А., Самарин Г.Н. Энергосберегающие технологии формирования оптимального микроклимата в животноводческих помещениях: Технологическое и техническое обеспечение производства продукции животноводства //Науч. тр. ВИМ, т. 142, ч. 2. - М.: ВИМ, 2002. - с. 113-115.

32. Берман Л.Д. Испарительное охлаждение циркуляционной воды / Л.Д.Берман. - М.: Госэнергоиздат, 1957. - 320 с.

33. Бессарабов Б.Ф. Ветеринарно-санитарные мероприятия по профилактике болезней птиц / Б.Ф.Бессарабов. - М.: Россельхозиздат, 1983. - 190 с.

34. Батмангхелидж, Ф. Вода для здоровья / Ф, Батмангхелидж: пер. с англ. О.Г. Белошеев. - Мн.: «Попурри», 2006, - 288 с; ил.

35. Бронфман Л.И. Микроклимат помещений в промышленном животноводстве и птицеводстве / Л.И.Бронфман. - Кишинев: Штиинца, 1984. – 208 с.

36. Бронфман Л.И. Методы и средства формирования рационального микроклимата в животноводческих помещениях: дис. д-ра техн. наук / Л.И: Бронфман. -Челябинск, 1990. - 365 с.

37. Бронфман Л.И. Оценка эффективности вентиляции помещений. /Л.И.Бронфман //Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. №1,1978. с.3

38. Бронфман Л.И. Совершенствование методики исследований систем вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений /Л.И.Бронфман. // Совершенствование оборудования животноводческих и птицеводческих комплексов (межвузовский журнал). Кишинев,1984. с. 39

39. Буяров В.С. Технологические и экономические аспекты производства мяса бройлеров / В.С. Буяров, Е.А. Буярова, В.А. Бородин. // «Комбикорма» №4, 2012. с. 39-45.

40. Валов В.М. Животноводческие здания с воздухопроницаемыми ограждающими конструкциями: Учеб. пособие / В.М.Валов. - Омск: ОмПИ, 1986. - 92 с.

41. Валов В.М. Энергосберегающие животноводческие здания (физико-технические основы проектирования): Науч.изд. / В.М.Валов. - М.: Изд-во АСВ, 1997. - 310 с.

42. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. Уч. пособие. /В.А. Веников. - М.: Высшая школа ,1976. - 479 с.

43. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. - М.: Высшая школа, 1972 106 с.

44. Вентцель Е.С Исследование операций. М.: Высшая школа,1972. - 156 с.

45. Вишневский Е. П. Сравнительный анализ систем адиабатического увлажнения воздуха. / Е.П. Вишневский // Кондиционирование. №8, 2004. с.46-48

46. Внутренние санитарно-технические устройства: Справочник проектировщика: в 3 ч. Ч. 3. Кн.1: Вентиляция и кондиционирование воздуха /В.Н. Богословский, А.И. Перумов, В.Н. Посохин и др.- 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1992. - 319 с.

47. Волков Г.К. Эффективность фильтрации воздуха на птицефабриках / Г.К. Волков, Л.Ф. Силенок //. Под ред. Г. К. Волкова 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1982. — 414 с.

48. Воробьев В.А. Машины и оборудование птицефабрик и птицеферм / В.А. Воробьев, Г.П. Дегтярев. - М.: Колос, 1984. - 285 с.

49. Гвоздков А.Н. Теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и массообмена между воздухом и водой А.Н. Гвоздков // Повышение энергетической эффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха: Сб. - Волгоград, 1988. - с. 80 - 83.

50. Горячев О.Н. Исследование животноводческих помещений как объектов автоматического регулирования: автореф. дисс. канд. техн. наук / О.Н. Горячев. - М.: МИИСП, 1968. - 29 с

51. Гримитлин А. М. Энергосбережение в системах промышленной вентиляции Дис.к.т. наук / А.М. Гримитлин Научно-производственное предприятие «ЭКОЮ-РУС-ВЕН-ТО-С.-Петербург 2002.- 171 с.

52. Гримитлин М.И., Позин, Г.М. О выборе рационального размещения приточных и вытяжных отверстий. сб. Вентиляция промышленных зданий. Ленинград: ЛДНТП, 1973.

53. Гримитлин М. И. Проблемы организации воздухообмена в производственном помещении. //Исследование различных способов организации воздухообмена в производственном помещении. Москва.: Стройиздат, 1975, с. 6-12.

54. Гухман А.А. Применение теории подобия к исследованию тепло- и массообмена / А.А. Гухман. - Изд. 3-е, испр. Тип: монография Язык: русский ISBN: 978-5-382-01103-5. Год издания: 2010. Место издания: Москва

55. Данилова А.К. Микроклимат и продуктивность несушек в пятиярусных батареях / А.К. Данилова, М.С. Найденский // Птицеводство. - 1966. - №3. - с. 20-21.

56. Данилова А.К. Микроклимат широкогабаритных птичников и пути его улучшения/А.К. Данилова, Д.Н. Мурусидзе, А.А. Лебедь и др. //Вестник сельскохозяйственной науки, №9 .1973. с. 90-92

57. Данилова А.К. Микроклимат широкогабаритных птичников и пути его улучшения/А.К. Данилова, Д.Н. Мурусидзе, Н.А. Степанова //Мат-лы VIII Всесоюзной научно-методической конференции по зоогигиене с основами ветеринарии, ч. I. М. 1972. с. 123-126

58. Долгов Ю.А. Основы математического моделирования. Учебн. пособие – Тирасполь, Из-во Приднестр. ун-та, 2009, 100 с.

59. Драганов, Б.Х. Применение теплоты в сельском хозяйстве / Б.Х. Драганов, В.В. Есин, В.П. Зуев. - Киев: Выща школа, 1990. - 319 с.

60. Дубровин А.А. Технико-экономическое обоснование энергосберегающей системы обогрева в птицеводстве/А.А. Дубровин // «Птицеводческое хозяйство. Птицефабрика» №3, 2011. с.32-38

61. Егиазаров А.Г. Отопление и вентиляция зданий и сооружений сельскохозяйственных комплексов / А.Г. Егиазаров - М.: Стройиздат, 1981. - 239 с.

62. Заводов А.В. Особенности микроклимата птичника для ремонтного молодняка кур яичного направления// Птицеводческое хозяйство. Птицефабрика. №11, 2011.

63. Зайцев А.М. Микроклимат животноводческих комплексов / А.М. Зайцев, В.И. Жильцов, А.В. Шавров. - М.: Агропромиздат, 1986. - 192 с.

64. Закомырдин А.А. Ветеринарно-санитарные мероприятия в промышленном птицеводстве / А.А. Закомырдин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1981. - 271 с.

65. Закипная Е.В.Влияние воздушной среды на продуктивные качества и физиологичес-кое состояние цыплят-бройлеров в условиях Приамурья. Дис.канд.сх. наук. /Е.В.Закип--ная; Дальневосточный гос. аграрный университет, 2005. – 171 с.

66. Зоогигиена и ветеринарная санитария в промышленном животноводстве / Под ред. Г.К. Волкова - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1982. - 414 с.

67. Захаров, А.А; Применение теплоты в сельском хозяйстве / А.А. Захаров. - М.: Агропромиздат, 1986. -287 с: ил.

68. Зусманович Л.М. Аналитическое исследование процессов адиабатного испарения жидкости / Л.М. Зусманович // Тр. / ЦНИЭП инж. оборудования. -М., 1982. - Вып. 1. - с. 19-28.

69. Зусманович Л.М. Одно- и двухступенчатые бескомпрессорные системы кондиционирования воздуха / Л.М. Зусманович // Тр. / ЦНИЭП инж. оборудования. - М., 1978. - Вып. 1. - с. 21-39.

70. Изаков Ф.Я., Попова С.А. Энергосберегающие системы автоматического управления микроклиматом. -Челябинск, ЧИМЭСХ, 1988 г.- 128 с.

71. Ильин И.В. Перспективы развития системы отопления и вентиляции помещений для содержания бройлеров и ремонтного молодняка птиц /И.В. Ильин, З.В. Овчинникова, Е.И. Шишкин//Комплексные проблемы машиностроения для животноводства и кормопроизводства: Тр. / ВНИИКОМЖ. - М., 1988. -Т.3.-с. 105 - 111.

72. Ильин И.В. Обоснование конструктивных параметров вентиляционно-отопительного оборудования с утилизацией тепла: Технологическое и техническое обеспечение производства продукции животноводства //Науч. тр. ВИМ, т. 142, ч. 2. - М.: ВИМ, 2002. - с. 23-32.

73. Ильин И.В. Обоснование энергосберегающего вентиляционно-отопительного оборудования для животноводства: Научно-технические проблемы механизации и автоматизации животноводства. Перспективные технологии и технические средства для животноводства: проблемы эффективности и ресурсосбережения // Сб.науч.тр., т.12, ч. 1. - Подольск: ГНУВНИИМЖ. -2003. -С. 179-185.

74. Ильинский В.М. Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий) Уч. пособие для инж. строит. вузов. -М: Высш. школа, 1974. -321 с. ил.

75. Исаченко В.П., Осипова В.Л., Сукомел А.С. Теплопередача - 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Энергоиздат 1981. - 384 с.

76. Кавеолис Б.К. Распределение температур и скоростей движения воздуха в свинарниках-маточниках /Б.К. Кавеолис, В.Ф. Моркунас// Механизация с/хозяйства. М. 1979.

77. Кавеолис Б.К. Обоснование параметров отопительно-вентиляционных систем /Б.К. Кавеолис, В.Ф. Моркунас// Механизация с/хозяйства. М. 1979.

78. Кадик С. Вентиляция вентиляции рознь. От иной птица гибнет. /С. Кадик // Животноводство России. – 2004, февр., март.

79. Каменев П.Н. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1975. - 483 с.

80. Карпентер Дж. А. Регулирование микроклимата в свинарнике пер. с англ.-М. Колос, 1973. с. 30.

81. Карпис Е.Е. Вентиляция, кондиционирование воздуха и отопление в животноводческих и птицеводческих зданиях /Е.Е. Карпис, В.К. Родько //Опыт зарубежного строительства. М.,1971. с 7-11.

82. Каффаров В.В. Основы массопередачи /В.В. Каффаров. - М.: Высш. шк., 1973. - 439 с.

83. Кириленко Н. Новые системы вентиляции // Сельский механизатор - 2004. - № 4. - с.24.

84. Кириленко Н. Хороший микроклимат - высокая продуктивность // Сельский механизатор. - 2004. - № 5. - с. 37.

85. Кириллов Е.Н. Моделирование процессов теплоснабжения зданий для прогнозирования температуры воздуха в помещениях Дис.к.т. наук / Е.Н. Кириллов, Международный институт компьютерных технологий - Воронеж – 2007.

86. Кирпичникова И. М. Энергосберегающие системы электроочистки воздуха в сельскохозяйственных помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха: Дис. д-ра. т. наук /И.М. Кирпичникова, Челябинск 2001.- 175 с.

87. Кокорин О.Я. Энергосберегающая система микроклимата / О.Я. Кокорин, С.А. Бобоев // Птицеводство. - 1996. - № 2. - с. 34-36.

88. Кокорин О.Я. Испарительное охлаждение для целей кондиционирования воздуха / О.Я. Кокорин. - М.: Изд-во лит. по строительству. 1965. - 160 с.

89. Кокорин О.Я. Установки кондиционирования воздуха. Основы расчета и проектирования / О.Я. Кокорин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1978. -264 с.

90. Кокорин О.Я. Энергосберегающие технологии функционирования систем вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха (систем ВОК) / О.Я. Кокорин. - М.: Проспект, 1999. - 208 с.

91. Коротков Е.Н. Вентиляция животноводческих помещений / Е.Н.Коротков - М.: Агропромиздат, 1987. - 111 с.

92. Кочиш И.И. Выбор системы вентиляции для птицеводческих ферм / Кочиш И.И., Чекмарев А.Д. // Зоотехния. - 2004. - № 4. - С. 23-26.

93. Кришер О. Научные основы техники сушки: Пер. с нем./ О. Кришер. -М.: Изд.-во иностр. лит., 1961. - 539 с.

94. Кувшинов Ю. Я. Энергосбережение при кондиционировании микроклимата гражданских зданий. Автореф. Дис. д-ра. техн. наук. – Москва. 1989. - 21 с.

95. Кувшинов Ю.Я. Энергосбережение в системе обеспечения микроклимата зданий. - М.: Из-во Ассоциации строительных вузов, 2010. – 320 с.

96. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена / С.С. Кутателадзе. - — Изд. 5-е перераб. и доп. — М.: Атомиздат, 1979, 416 с.

97. Ладыженский Р.М. Кондиционирование воздуха / Р.М. Ладыженский - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Гос. изд-во торговой литературы, 1962. - с 352.

98. Лебедь А.А. Микроклимат животноводческих помещений / А.А. Лебедь. -М.: Колос, 1984. - 199 с.

99. Линд А. Неотапливаемые птичники для кур / А. Линд // Птицеводство. -1983. -№ 1.- с. 30-31.

100. Лохвинская Т.И.Системный подход в решении задач технологического процесса обеспечения качества продукции /Т.И.Лохвинская//СОК (Сантехника, отопление, кондиционирование), Ежемесячный отраслевой журнал №12 М. 2015 г. с. 71-73.

101. Лохвинская Т.И. Методы и средства организации воздухообмена в птицеводческих помещениях/Т.И. Лохвинская//Lucrări ştiinţifice, UASM. Chişinău, 2015, vol 45 (InginerieAgrară şitransportAuto), p. 136-138.

102. Лохвинская Т.И. Анализ состояния микроклиматического оборудования птицеводческих помещений региона. În: Lucrări ştiinţifice, UASM. Chişinău, 2013, vol 38 (Inginerie Agrară şi transport Auto), p. 50-53, 0,33 c.a. ISBN 978-9975-64-251-4.

103. Лохвинская Т.И. Экологические аспекты промышленного производства. Материалы 66 Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию со дня рождения профессора П.А. Костычева «Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона», Рязань, с. 142-145.

104. Лохвинская Т.И., Количественная оценка параметров микроклимата помещений. Вестник Приднестровского государственного университета. Серия: физико-матема-тические и технические науки. – Тирасполь: Издат-во Приднестр-го ун-та, 2011, - №3 (39). - с. 114-116.

105. Лохвинская Т.И., Аналитическое описание эффективности работы отопительно-вентиляционных установок птицеводческих помещений. Материалы международной научно-практической конференции «Аграрная наука в инновационном развитии АПК» в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агро--комплекс - 2015», часть III, г. Уфа, с. 20-25.

106. Лохвинская Т.И., Некоторые аспекты формирования воздушной среды обитания.

Сборник работ «Экологическое образование и охрана окружающей среды. Технические университеты в формировании единого научно-технологического и образовательного пространства СНГ», МГТУ им.Н.Э. Баумана, г. Москва, с. 61-66. ISBN 978-5-91916-022-9

107. Лохвинская Т.И., Теоретические предпосылки оптимизации методов и средств организации воздухообмена. Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры. Одесса, 2015. с.131-135.

108. Лыков А.В. Тепло- и массообмен в процессах испарения / А.В.Лыков, И.С. Мельников. - М.: Энергия, 1968, -471 с.

109. Лыков А.В. Теория тепло- и массообмена / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. -М.: Госэнергоиздат, 1967. - 246 с.

110. Маилян Э. С. Микроклимат в птицеводстве. Профилактика теплового стресса. /Э.С. Маилян // «Зооиндустрия», 2007, №9, с.14-17

111. а.с. СССР № 883610 МКИ F 24 F 3/66. Способ обработки приточного воздуха / Малов В.И., Харечко Н.С., Аверков О.Н., Куликов Г.С., Хлебников Ю.П., Арутюнянц А.С., Гальперович И.Я., Шмыгуль О.П., Загривных Н.И. - Опубл. 23.11.1981;

112. Малявина Е.Г.Нестационарный тепловой режим вентилируемых и кондиционируемых помещений в летний период года: Дис.канд. техн. наук / Е.Г. Малявина –МИСИ – Москва. 1977.- 173 с.

113. Мамиконов А.Г. Методы разработки автоматизированных систем управления - М.,1973, с. 49-69.

114. Манусов Е.Г. Опыт использования биологической теплоты животных в теплоутилизирующих системах вентиляции животноводческих зданий Е.Г. Манусов, А.Х. Лешинских // Вентиляция и кондиционирование воздуха промышленных и сельскохозяйственных зданий: Сб. науч. тр. / Риж. Политехн. ин-т. - Рига, 1987. - с. 88.

115. Марков Ю.М. Научные основы санитарного и зоогигиенического нормирования микроклимата производственных зданий в промышленном животноводстве (скотоводстве, свиноводстве, птицеводстве): Автореф. Дис. д-ра ветерин. наук / Ю.М. Марков; ВНИИ ветеринарии и санитарии. - М., 1987. - 48 с.

116. Масловский Н.А. Циркуляция воздушных потоков в батарейных птичниках Н.А. Масловский, Л.И. Бронфман, В.И. Редько // Резервы промышленного птицеводства: Сб. тр. / Филиал МНИИЖиВ по птицеводству. - Кишинев, 1980. - с. 84 - 88.

117. Материалы выступлений на семинаре «Современное оборудование и ресурсосберегающие технологии в птицеводстве и птицеперерабатывающей промышленности» 17-21 мая 2004., ВНИТИП, Сергиев Посад.

118. Мурусидзе Д.Н. Системы электротехнических средств для создания оптимальных режимов микроклимата на животноводческих и птицеводческих фермах / Д.Н. Мурусидзе, В.Н. Карпов, В.А. Оленев – М. Колос,1972. – 22 с.

119. Мурусидзе Д.Н. Вентиляционно-отопительные системы для помещений с напольным содержанием птицы Д.Н. Мурусидзе, Л. Сорокин, Н. Степанова //Научные труды ВИЭСХ. /М. 1974.т.35, с.35-37

120. Мутовин В.И. Ветеринарно-санитарные и зоотехнические основы увеличения продуктивности птицеводства В.И Мутовин, А.А. Дорофеев //Микроклимат птицеводческих помещений – Ростов н/Д, с.55-58.

121. Меклер В.Я. Промышленная вентиляция и кондиционирование воздуха: Учеб. для техникумов / В.Я. Меклер; П.А. Овчинников. - М.: Стройиздат, 1978. - 312 с.

122. Мельник В.И. Микроклимат при выращивании птицы в клетках / В.И. Мельник, Л.З. Павловский. - М.: Россельхозиздат, 1977. - 109 с.

123. Методические рекомендации по реконструкции и техническому перевооружению ферм. - М.: ФГНУ «Росинформагротех». - 2000. - с. 159-167.

124. Методические рекомендации по исследованию систем микроклимата в промышленном животноводстве и птицеводстве. - М. Высшая школа ,1977, с.13-26.

125. Методика расчета концентраций вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД – 86. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. -76 с.

126. Методика определения экономической эффективности использования и внедрения техники в сельском хозяйстве. Кишинев: Штиинца,1979. 40 с.

127. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ,

новой техники и рационализаторских предложений. - М.: ВНИИПИ. 1983,150 с.

128. Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев. - Изд. второе, Москва, Энергия, 1977.

129. Мотес Э. Микроклимат животноводческих помещений / Э. Мотес; Пер. с нем. В.Н. Вазонова. - М.: Колос, 1976. - 192 с.

130. Мымрин И.А. Бройлерное птицеводство / И.А. Мымрин. - М.: Россельхозиздат, 1985. - 223 с.

131. Наумов А.Л., Трушинская Е.К. Динамические характеристики отопительных приборов // Из-во вузов. Строительство и архитектура, 1991, № 12. - с. 66-70.

132. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха: Учеб. пособие / А.В. Нестеренко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., -1971. - 396 с.

133. Нефелов С.В., Давыдов Ю.С. Техника автоматического регулирования в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. - 2-е изд., перераб. и доп..- М.: Стройиздат, -1984.- 328 с.

134. Новейшие беспроводные технологии на службе птицеводства. Микроклимат под контролем // Рекламный CD ООО «НПФ «Севекс». - 2004.

135. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. М.: Либроком.,- 2010.-280 с.

136. НТП АПК 1.10.05.001-01 «Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий» /Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. - Москва, - 2001.

137. Онегов А.П. Гигиена сельскохозяйственных животных / А.П. Онегов, И.Ф. Храбустовский, В.И. Черных. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Колос, 1984. 400 с.

138. Онищенко В.И. Основы зоогигиены и ветпрофилактики: Учеб. для сред, сел. проф.-техн. училищ / В.И. Онищенко, Н.С. Колюжный. - М.: - Высш. шк., 1984. - 304 с.

139. Отопление и вентиляция: Учеб. для вузов: В 2-х ч. / В.Н. Богословский, В.И. Новожилов, Б.Д. Симаков, В.П. Титов. - М.: Стройиздат, 1976. - (Ч. 2: Вентиляция / Под ред. В.Н. Богословского. - 439 с.)

140. Отчет о работе за 2014-й год ГУ «Дубоссарское управление сельского хозяйства, природных ресурсов и экологии»//dubossary.ru›news. phpex-tend.3958 08.01.2016 18:4284.

141. ОТЧЕТ о работе Министерства сельского хозяйства и природных ресурсов Прид-нестровской Молдавской Республики за 9 месяцев 2012 г.//ecology-pmr.org15.02.2013 21:35.

142. Паникар И.И. Промышленное птицеводство и охрана окружающей среды / И.И. Паникар. - М.: Росагропромиздат, 1988. - 80 с.

143. Пат. РФ № 2143922, МКИ А 61 L 9/00. Способ оздоровления воздуха в помещении / Рабинович А.М., Быков В.А., Жученко А.А., Зайко Л.Н. - Опубл.10.01.2000.

144. Петров В.Л. Испарение воды в условиях свободной конвекции и вынужденного движения воздуха / В.Л. Петров // Межотраслевые вопросы строительства: Рефер. сб. / ЦИНИС. - М, 1970. - №8. - с. 67-69.

145. Петров Л.В. Испарение воды при совместном действии свободной конвекции и вынужденного движения воздуха / Л.В. Петров //Сб.тр. / ГИПРОНИИ АН СССР. - М., 1970. - Вып.2. - с. 67-69.

146. Пигарев Н.В. Клеточное содержание птицы / Н.В. Пигарев. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Колос, 1974. - 224 с.

147. Писарев Ю. Система микроклимата от фирмы «Биг.Дачмен»//Птицеводство. - 2003. - № 2. - с. 29-30.

148. Пособие к СНиП 23-01-99*. «Строительная климатология». Справочное пособие к СНиП 23-01-99* / НИИСФ РААСН. - М.: НИИСФ, 2006. - 258 с.

149. Посохин В.Н. Вентиляция / В.Н. Посохин, Р.Г. Сафиуллин, В.А. Бройда //Учебное пособие. -М.: Издательство АСВ,2015 - 624 с.

150. Поставка полного комплекта современного автоматизированного оборудования для напольного выращивания птицы // Проспект ООО «крАССтех». - Б.м., б.г. - 9 с.

151. Прокопенко А.А. Дисперсный состав пылевых частиц в воздухе птицеводческих помещений / А.А. Прокопенко // Сб.науч.ст. / ВНИИ ветер. санитарии, гигиены и экологии. - 1997. - Т. 103. - с. 55-58.

152. Прокопенко А.А. Санитарно-гигиеническая оценка воздуха в помещениях для содержания кур-несушек и ремонтного молодняка птиц яичных пород / А.А. Прокопенко // Сб.науч.т. / ВНИИ ветер, санитарии, гигиены и экологии. -1997. -Т. 103. -с. 64-69.

153. Протопопов А.П. Вентиляция и тепловой баланс помещений для сельскохозяйственных животных / А.П. Протопопов. - М.-Л.: Изд-во с-х и колхоз-кооп. лит.; Мособлполиграф,1932.- 116 с. Дата поступления в ЭК. 21.01.2011.

154. Прыгунов Ю.М. Исследование систем вентиляции птицеводческих помещений с испарительным охлаждением воздуха: Автореф. дис. к.т.н. / Ю.М. Прыгунов; Киев, инж. -строит. ин-т. - Киев, 1970. - 20 с.

155. Прыгунов Ю.М. Микроклимат животноводческих и птицеводческих зданий: Расчет и проектирование / Ю.М. Прыгунов, В.А. Новак, Г.П. Серых. -Киев: Будівельник, 1986. - 80 с.

156. Птичники с регулируемым микроклиматом/ /Птицеводство №7 1965г. с.38.

157. Пчелкин Ю.Н. Регулирование микроклимата в свинарнике Ю.Н. Пчелкин // Механизация с/хозяйства. /ЦНИ и ПТИМиЭЖ М. 1980.

158. Саввинова М.С. Микроклимат многоэтажных птичников и меры по его улучшению: Автореф. дис. канд. ветер, наук / М.С. Саввинова. - М., 1978. -19 с.

159. Самарин Г.Н. Энергосберегающая технология формирования микроклимата в животноводческих помещениях: Дис.к.т. наук / Г.Н.Самарин, Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина. – Москва 2009.

160. Самарин В.А., Фомин В.Н., Макарова Г.В., Самарин Г.Н., Наумов Р.А. Энергосберегающие системы формирования микроклимата в животноводческих помещениях: Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Тр. 3-й Международной научно-технической конференции (14-15 мая 2003 г., Москва, ГНУ ВИЭСХ). Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. - М.: ГНУ ВИЭСХ, 2003. - с. 360-365.

161. Самарин О.Д. Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий / О.Д. Самарин // Научное издание,2-е изд., перераб. и доп. - М., Издательство АСВ, 2015, - 136 с.

162. Светлова Л.Л. Зоологические нормы содержания птицы в промышленном птицеводстве: Метод, пособие / Л.Л. Светлова. - Л., 1976. - 12 с.

163. Свистунов В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства. Уч. для вузов - 4-е изд.-СПб.: Политехника, 2010. - 428 с.

164. Селянский В.М. Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы / В.М. Селянский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1986. - 272 с.

165. Селянский В.М. Микроклимат в птичниках / В.М. Селянский. - М.: Колос, 1975. -304 с. Дата поступления в ЭК. 29.10.2012.

166. Селянский В.М. Физиологические основы проектирования вентиляции птичников для жаркого климата /В.М. Селянский // Повышение продуктивности птицы в условиях жаркого климата. - Ташкент.: Изд-во "Узбекистан", 1968. - с.179 - 193.

167. Сербин В.И., Лохвинская Т.И., Качество и безопасность производства продукции птицеводства. Материалы международной научно-практической конференции «Продовольственная безопасность в контексте новых идей и решений». Семей, Республика Казахстан ,2017. с. 266-269.

168. Сергеев В.А. Выращивание и содержание племенной птицы / В.А. Сергеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1977. - 320 с.

169. Сканави А.Н. Махов Л.М. Отопление: Учебник для вузов. -М.: издательство АСВ, 2002. - 576 с.

170. Скуя М.А. Производство мяса бройлеров на птицефабрике "Кекава" / М.А. Скуя. - М.: Колос, 1979. - 112 с. - (Прогрессивную технологию – всем колхозам и совхозам).

171. Славин Р.М. Механизация и электрификация птицеводства / Р.М. Славин, А.Т. Зайцев. - М.: Колос, 1971. - 528 с.

172. Слюсар П.М. Производство бройлеров / П.М. Слюсар - Киев.: Урожай, 1987. - 127 с.

173. СНиП 2.10.03-84. Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения, 1985. - 65 с.

174. Согомонян Н.М. Благоустройство сельского жилища / Н.М. Согомонян, А.Л. Метляева, И.Н. Шилова //Сельск.строителю, -М, Стройиздат ,1976. 135 с ил.

175. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003, Минрегион России. -М.: ФАУ «ФЦС», 2012. - 76 с.

176. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*. Строительная климатология. / Минрегион России. -М.: ФАУ «ФЦС», 2012. -109 с.

177. Старых В.Н. Методика исследований микроклимата, систем вентиляции и отопления животноводческих и птицеводческих зданий / В.Н.Старых. -М.: ВНИИЕЭИСХ, 1972. - 97 с.

178. Старых В.Н. Воздухообмен в птичниках для кур-несушек / В.Н. Старых, А.К. Данилова // Птицеводство. - 1965. - №11. - с. 8 - 10.

179. «Строительство-2013» материалы Международной научно-практической конференции: пленарное заседание. – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2013. - 86 с.

180. Стюард Р.Д. Постройки и оборудование для содержания крупного рогатого скота/ Р.Д. Стюард, А. Мелер, В. Хейнинг. Пер. с нем.- М.,1974. с. 39-40.

181. Сулин М.А. Землеустройство сельскохозяйственных предприятий /М.А. Сулин /Уч. пособие, -СПб., Из-во Лань, - 2002. 224 с.

182. Табунщиков Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций /Ю.А. Табунщиков, Д.Ю. Хромец, Ю.А. Матросов. -М.: Стройиздат ,1986. с. 235.

183. Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции: сборник докладов VI Международной научно-технической конференции /под общ. ред. Л.М. Махова; М-во образования и науки РФ, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: НИУ МГСУ,2015. 328 с.

184. Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции: сборник докладов V Международной научно-технической конференции /под общ.ред. Л.М. Махова; М-во

образования и науки РФ, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва: НИУ МГСУ,2013. 368 с.

185. Теплотехнический справочник. Под общ. ред. В.Н. Юренева и П.Д. Лебедева. В 2-х т. Изд. 2-е перераб. - М.: Энергия, 1976. 896 с.

186. Терновский А.Л. Справочник сельского строителя в 2-х т. Т 1.// А.Л. Терновский, А.И. Мартемьянов, С.В. Ботвиник, А.В. Востоков – М., Стройиздат, 1975. 368 с.

187. Ушков Ф.В. Теплопередача ограждающих конструкций при фильтрации воздуха / Ф.В.Ушков. - М.: Стройиздат, 1969. - 144 с.

188. Федоров Н.М. Эффективность санитарно-гигиенических мероприятий по снижению уровня микробного загрязнения птицеводческих помещений, занятых птицей: Автореф. дис. канд. ветер. наук / Н.М. Федоров; Белорус. НИИ животноводства. - Жодино, 1989. - 21 с.

189. Фисин В.И. Промышленное птицеводство / под.ред. В.И. Фисин. - М.: Колос. 2005. - 88 с.

190. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания / К.Ф. Фокин. - М.: 5-ое издание, «АВОК-ПРЕСС», 2006 г. УДК 699.8:621.18 ББК 38.637 Ф75 256 с.

191. Хабиби Г.И. Исследование тепло- и массообмена в роторных контактных теплообменниках систем вентиляции и кондиционирования: Автореф. дис. к. т. н. / Г.И. Хабиби; НИИСФ. - М., 1981. - 21 с.

192. Цубанов А.Г. Отопление и вентиляция помещений для содержания птиц и животных: Метод, указания по курсовому проектированию / А.Г. Цубанов. - Минск.: Минск, ин-т механизации сельск. хоз-ва., 1976. - 38 с.

193. Чаус В.П. Выращивание птицы / В.П. Чаус. - Л.: Лениздат, 1985. - 127 с.

194. Чуман И.Г. Унифицированный метод расчета аппаратов косвенно-испарительного охлаждения воздуха / И.Г. Чуман, В.А. Таран // Холодильная техника. - 1981. - №1. - с. 32-36.

195. Шароглазов В. Вентиляция теплообменная // Сельский механизатор. - 2002. - № 3. - с. 29-32.

196. Шпехт Р.Д. Зачем и каким образом создается модель /Р.Д. Шпехт//Анализ сложных систем. М.,1969, с 109 - 111.

197. Эпперт Э.Р. Теория тепло- и массообмена: Пер. с англ /Э.Р. Эпперт, Р.М. Дрейн. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. - 680 с.

198. Этология сельскохозяйственных животных. Пер. с чешск. /Под ред. Панова Е.Н.- М., Колос,1977. с. 24,121,123,175.

199. Юргенсон Л.К. Расчет режима животноводческих помещений с учетом тепла искусственного отопления / Л.К. Юргенсон // Тр. / ТПИ. - Таллин, 1960. -Сер. А. - № 177. -32 с.

200. Leonard Constantin STAFIE "Cercetări privind optimizarea lucrărilor specifice cât şi stabilirea tehnologiei de mecanizare şi automatizare de creştere a puilor de carne şi găinilor ouătoare în mica gospodărie agricolă" teza de candidat în ştiinţe tehnice, Iaşi,2014.

201. Maloney S.K. Heat storage, not sensible heat loss, increases in hign temperature, high humidity conditions /S.K. Maloney //Wor1d's Poultry Sc. J. - 1998. -Vo1.54. - № 4. - P. 347-352.

202. Mikec M. Djelovanje povisene temperature okolisa na proizvodnost: i zdravlje-pe radi / M. Mikec // Stocarstvo. - 1999.- G.53, sv.6. - S. 461-471.

203. Spratt D. Basic husbandry for broilers / D. Spratt // Factsheeti Agdex /Ontario. Min. of agricultureandfood 452 [Toronto (Ont.)]. - 1993. - 2 p.a

Приложение 1

Тепловой баланс воздуха в птичнике на 15 500 голов птицы ООО «Калиюга Плюс» г.Дубоссары

Наименование величины	Обозначение	Ед. изм.	Формула или источник информации	Значения величин		
				Теплый период	Переходный период	Холодный период
Количество полной теплоты	$Q_{пт}$	кДж/ч	1.3.	77780	25580	12550
Количество теплоты от солнечной радиациичерез массивные ограждения	$Q_{рад\ пок}$	Вт	$Q_{рад.пок} = (q_н K_{инс} + q_р K_о) K \tau_2 F$	10724	-	-
Количество теплоты через остекление	$Q_{рад.ост}$	Вт	$Q_{рад.ост} = q_{ост} F$	580	-	-
Количество теплоты от осветительных приборов	$Q_{осв}$	кДж/ч	1.7.	4030	4030	4030
Количество теплоты, поступающей от оборудования	$Q_{об}$	Вт	$Q_{об} = N_{об} n_{об} n_1 n_2$	87436,8	87988,8	88540,8
Количество теплоты, поступающее с приточным воздухом	$Q_{инф}$	кДж/ч	1.8.	52080,0	3645,6	937,4
Количество теплоты, расходуемое на подогрев корма	$Q_к$	кДж/ч	$Q_к = m_к c_к (t_в - t_к)$	1061,0	1483,9	3815,6
Количество теплоты, уходящее через огражденияконструкции	$Q_{огр}$	кДж/ч	$Q_{огр} = к F (t_в - t_н)$	-	37490,0	96422,
Тепловой баланс помещения	$Q_{пт}$	кДж/ч	1.5.	320461,7	83270,5	93600,4

Приложение 2

Влажностный баланс воздуха в птичникена 15500 голов птицы ООО «Калиюга Плюс» г.Дубоссары

Наименование величины	Обозначение	Ед. изм.	Формула или источник информа-ции	Значения величин		
				Теплый период	Переходный период	Холодный период
Количество водяных паров	$B_{пт}$	г/ч	1.11.	53475	53475	53475
Количество влаги, испаряющейся 1 м смоченной поверхности	$в_{см}$	г/ч	1.14.	0,15	0,135	0,04
Количество влаги, испаряющейся со смоченной поверхности	$B_{см}$	г/ч	1.13.	5,3	4,86	1,44
Количество влаги, испаряющейся с открытой поверхности	$B_{от}$	г/ч	1.15.	0,880	0,880	0,880
Влаговыделение от усушки помета	$B_{пом}$	г/ч	1.16.	112,80	112,80	112,80
Баланс влаги	$G_{пр}$	$м^3$/ч	1.9.	165194	165193	165190

Приложение 3

Расчет значений общего сопротивления теплопередачи *Rв*,
требуемого термического сопротивления $R_{04}^{тр}$,
целесообразного термического сопротивления R_{04} для климатических условий

Дата исследования	$t_н$, °С	$t_в$, °С	$R_в$, м²°С/Вт	$R_{04}^{тр}$, м²°С/Вт	R_{04}, м²°С/Вт	$L_{инф}^{max}$, м³/ч
Формула или источник информации			$R_в = 1/\alpha_в$	2.63.	2.68.	2.69.
11.03.2014	+13	21	0,115	1,95	3,81	9560
12.03.2014	+11	19	0,115	2,07	3,65	9350
13.03.2014	+12	19,5	0,115	2,23	3,31	9850
14.03.2014	+19	19	0,115	2,43	2,97	9850
15.03.2014	+22	21	0,115	2,70	2,68	9735
16.03.2014	+12	23	0,115	3,09	2,44	10120
17.03.2014	+14	23	0,115	3,74	2,24	12520
18.03.2014	+14	22	0,115	2,33	2,35	12345
19.03.2014	+17	24	0,115	2,98	2,63	12540
20.03.2014	+15,5	20	0,115	2,59	2,91	11935
21.03.2014	+16,5	21	0,115	3,64	2,41	10850

Приложение 4

Расчет воздухообменав помещении птичника
для холодного и теплого периода года

Холодный период года:

Воздухообмен по ветеринарно-гигиеническим требованиям $L_{вет}$, $м^3/ч$.

Минимальное количество приточного наружного воздуха для дыхания птиц в холодный период года:

$$L_{вет} = n_p L_{вет} p_{пт} = 23500 * 0,7 * 1,6 = 26320\ м^3/ч$$

где:

$L_{вет}$- минимальный удельный воздухообмен для дыхания, $L_{вет}$ = 0,7 $м^3/(ч*кг)$ [126].

Воздухообмен для удаления водяного пара $L_{вл}$, $м^3/ч$.

Количество влаги, выделяемой птицами при дыхании, г/ч:

$$G_{вл}^{дых} = n_p j_{пл} p_{пт} \approx 23500 * 4,5 * 1,6 = 179775\ г/ч$$

где:

$j_{пт}$ = 4,5 г/(ч*кг) - удельное влаговыделение (табл. 1.12).

Количество влаги, испаряющейся с открытой поверхности поилок, г/ч:

$$G_{вл}^{исп} = \psi A_{поил}$$

где $A_{поил}$ - площадь открытой поверхности воды в поилках, 82,6 $м^2$;

ψ, - интенсивность испарения $г/(м^2*ч)$ [60]

$$\psi = \beta_e (p_в - p_{пов}),$$

где $p_в$ и $p_{пов}$ - упругость водяных паров в воздухе помещения и на поверхностях, соответственно, Па;

$\beta_{пов}$- коэффициент влагообмена на поверхности, $г/(м^2*ч*Па)$:

$$\beta_{пов} = 3\ \Delta t^{1/3} \Delta p^{2/5},$$

где $\Delta tu\ \Delta p$- разность температуры и упругости водяных паров в воздухе и на поверхности, соответственно.

Минимальная допустимая температура внутреннего воздуха $t_в$= 16°С, расчетная относительная влажность $\varphi_в$ = 70%. При этих параметрах упругость водяных паров в воздухе $p_в$= 1188,0 Па. Упругость водяных паров у поверхности воды в поилках при $t_{вод}$ = 12 °С, $\varphi_{пов}$ = 100 % $p_{пов}$= 1390,5 Па. Разность температуры Δt = 14 - 12 = 2 °С.

$$\beta_{пов} = 3\ (14 - 12)^{1/3} (10,3 - 8,8)^{2/5} = 0,033\ г/(м^2 * ч * Па)$$

Интенсивность испарения:

$$\psi = 0{,}033(1390{,}5 - 1188{,}0) = 6{,}96 \text{ г}/(\text{м}^2 * \text{ч})$$

Общее количество испарившейся с открытой поверхности влаги:

$$G_{вл}^{исп} = 6{,}69 * 826 = 5530 \text{ г/ч}$$

Общее влаговыделение в птичнике:

$$G_{пл} = G_{пл}^{дых} + G_{вл}^{исп} = 179775 + 5530 = 180325 \text{ г/ч}$$

Воздухообмен в холодный период года для удаления водяных паров определяется по I – d диаграмме влажного воздуха $d_{уд}$ = 7,0;$d_{пр}$ = = 0,2 г/кг сух. воздуха.

$$L_{пл} = \frac{G_{вл}}{\rho_н(d_{уд} - d_н)} = \frac{180325}{1{,}22(7 - 0{,}2)} = 21737 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Минимальный воздухообмен по вредным газовым выделениям $L_г$, м^3/ч.

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) в птичнике: аммиака – 15 мг/м^3; сероводорода – 5 мг/м^3. Количество вредных газов, выделяющихся с поверхности на которых накапливается помет, $m_г$, мг/м^2 [126]: аммиака –8; сероводорода – 5.Общая площадь пола птичника глубиной 1,28 м составляет $A_ш$ = 1,28 * 133,0 *8 *8 = 10896 м^2. Доля площади поверхности с пометом 0,25 от площади пола: $A_{пом}$ = 0,25 $A_{пл}$= 0,25 *10 896 = 2 724 м^2.

Количество выделяющихся вредных газов:

– аммиака: $G_г$=$m_г$ * $A_{пом}$= 8 * 2 724 = 21 790 мг/ч;

–сероводорода: $G_г$ = 5 * 2 724 = 13 620 мг/ч.

В атмосферном приточном воздухе данные газы отсутствуют. Поэтому минимальный воздухообмен $L_г$, м^3/ч, составляет:

–по аммиаку: $L_г$= $G_г$ / ПДК = 21 790 /15 = 1450 м^3/ч;

–по сероводороду: $L_г$= 13 620/ 5 = 2 725 м^3/ч.

Воздухообмен для удаления избытков явной теплоты $L_я$, м^3/ч.

Максимальные суммарные потери теплоты помещением через каждое наружное ограждение:

$$Q_{огр} = \frac{1}{R_{огр}}(t_в - t_н)nA_{огр}(1 + \sum\beta)$$

Теплопотери теплоты через наружные стены:

$$Q_{ст} = \frac{1}{2{,}54}(14 + 31)1{,}0 * 2043(1 + 0{,}05) = 37590 \text{ Вт}$$

Теплопотери через бесчердачное покрытие:

$$Q_{покр} = \frac{1}{3{,}5}(14 + 31)1{,}0 * 3017 * 1{,}0 = 38790 \text{ Вт}$$

Потери теплоты через неутепленные бетонные полы определяются по зонам. Методика расчета приведена в [157]. Сопротивление теплопередаче принимается равным: для I зоны = 2,1 м^2 * °С/Вт; для II зоны$R_{пл}^{II} = 4{,}3$ м^2°С/Вт; для III зоны$R_{пл}^{III} = 5{,}6$ м^2°С/Втдля IV зоны$R_{пл}^{IV} = 14{,}1$ м^2°С/Вт.

$$\text{I зона: } Q_{пл}^{I} = \frac{(14+31)1.0 * 604 * 1.0}{2{,}1} = 12940 \text{ Вт}$$

$$\text{II зона: } Q_{пл}^{II} = \frac{(14+31)1{,}0 * 572 * 1{,}0}{8{,}6} = 5990 \text{ Вт}$$

$$\text{III зона: } Q_{пл}^{III} = \frac{(14+31)1{,}0 * 548 * 1{,}0}{8{,}6} = 2870 \text{ Вт}$$

$$\text{IV зона: } Q_{пл}^{IV} = \frac{(14+31)1{,}0 * 770 * 1{,}0}{14{,}2} = 5610 \text{ Вт}$$

Общие потери теплоты через полы $Q_{пл}$ = 27410 Вт.Максимальные теплопотери через наружные ограждения:

$$Q_{огр} = 37590 + 38790 + 27410 = 103790 \text{ Вт}$$

Постоянно действующие в холодный период года внутренние тепловыделения в неотапливаемом птичнике: *$Q_{вн}$= 2* 569 520 Вт.

Излишки явной теплоты $Q_я$= $Q_{вент}$,которые необходимо удалять системами вентиляции при температуре удаляемого воздуха $t_{уд} = t_в$ и температуре приточного воздуха $t_{пр} = t_н$ составляют:

$$Q_{вент} = Q_{вн} - Q_{огр} = 256952 - 10379 = 246573 \text{ Вт}$$

Количество воздуха для ассимиляции избытков явной теплоты при плотности приточного воздуха $p_н$ = 353 / (273 - 16) = 1,46 кг/м^3:

$$L_я = \frac{3{,}6Q_{вент}}{c_п \rho_н (t_в - t_н)} = \frac{3{,}6 * 246573}{1{,}005 * 1{,}46(14+31)} = 13451{,}5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

<u>Теплый период года</u>

Воздухообмен по ветеринарно-гигиеническим требованию$L_{вет}$, м^3/ч.

В теплый период года минимальное удельное количество воздуха для дыхания птиц$L_{вет}$ = 6,0 м^3/ч на 1 кг [126].

$$L_{вет} = 23500 * 1{,}6 * 6{,}0 = 22560 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Воздухообмен для удаления водяного пара$L_{вл}$, м^3/ч.

$k_1 \approx 2{,}0$ - повышающий коэффициент влагоотдачи птиц, учитывающий температуру воздуха в помещении

$$G_{вл}^{дых} = 2{,}0 * 23500 * 1{,}6 * 4{,}5 = 35955 \text{ г/ч}$$

При определении количества влаги, испаряющейся с открытой поверхности поилок, коэффициент влагообмена $\beta_{пов}$ определяется при $t_в$ = 26 °С, $\varphi_в$ = 75 % и при температуре воды $t_{вод}$ = 20 °С:

$$\Delta t = 26 - 20 = 6°C;\ p_в = 248{,}5\ Па;\ p_{пов} = 228{,}2\ Па$$

$$\beta_{пов} = 3(26-20)^{\frac{1}{3}}(248{,}5-228{,}2)^{\frac{2}{5}} = 0{,}0477\frac{г}{м^2 * ч}$$

$$\psi = \beta_{пов}(p_в - p_{пов}) = 0{,}0477(248{,}5-228{,}2) = 9{,}66\frac{г}{м^2 * ч}$$

$$G_{вл}^{исп} = \psi A_{поил} = 9{,}66 * 826 = 7980 г/ч$$

Общее влаговыделение в птичнике:

$$G_{вл} = G_{вл}^{дых} + G_{вл}^{исп} = 359550 + 7980 = 360348\ г/ч$$

Влагосодержание приточного воздуха ($t_{пр}$ = 21,2 ^{0}С, $\varphi_{пр}$ = 60%) $d_{пр}$ = 9,5 г/кг сух. в-ха; удаляемого воздуха ($t_{уд}$ = 21,2 ^{0}С, $\varphi_{пр}$ = 70%) $d_{пр}$ = 16,3 г/кг сух. в-ха; $\rho_н$ = 353/(273 + 21,2) = 1,2 кг/м^3.

$$L_{вл} = \frac{360348}{(16{,}3-9{,}5)1{,}2} = 41136\ м^3/ч$$

Воздухообмен для удаления газов $L_г$, м^3/ч.

Расчет аналогичен холодному периоду года:

–по аммиаку $L_г$ = 1450 м^3/ч;

–по сероводороду $L_г$ = 2 725 м^3/ч.

Воздухообмен для удаления избытков явной теплоты $L_я$, м^3/ч.

Расчетные внутренние теплопоступления в птичнике ($Q^p_{вн}$ при $t_в$ = 26,2°С принимаются с коэффициентом 1,07:

$$Q_{вл}^{p} = 1{,}07 * 256952 = 274968{,}7\ Вт$$

В птичнике отсутствуют окна, теплопоступления от солнечной радиации через непрозрачные вертикальные ограждения не учитываются.

Теплопоступления от солнечной радиации через покрытия равны:

$$Q_{с.р.}^{покр} = A_{покр} q_{покр}$$

где:$Q_{с.р.}^{покр}$ - площадь горизонтальной поверхности покрытия, м;

$q_{покр}$- тепловой поток, поступающий через 1 м^2 поверхности покрытия, Вт/м^2: для географической широты 55° для плоского бесчердачного покрытия $q_{покр}$ = 17,0 Вт/м^2.

$$Q_{с.р.}^{покр} = 135{,}5 * 21 * 17 = 48374\ Вт$$

Общие явные тепловыделения в теплый период года равны:

$$Q_я = Q_{вн}^{p} + Q_{с.р.}^{покр} = 274968{,}7 + 48374 = 223342{,}7\ Вт$$

Переходный период года

В этот период года температура наружного воздуха $t_н$ = 8 °С.

Воздухообмен по ветеринарно-гигиеническим требованиям$L_{вет}$, м^3/ч. соответствует расчету для холодного периода года $L_{вет}$ = 26320 м^3/ч.

Воздухообмен для удаления водяного пара из птичника $L_{вод}$, м^3/ч.

Количество влаги, выделяемой птицами, равно количеству в холодный период года $G_{вл}^{дых}$ = 1 797 750 г/ч.

Количество влаги, испаряющейся с открытой поверхности поилок, соответствует холодному периоду года $G_{вл}^{исп}$ = 5 530 г/ч.

Общие влаговыделения в птичнике:

$$G_{вл} = G_{вл}^{дых} + G_{вл}^{исп} = 179775 + 553 = 180328 \text{ г/ч}$$

Воздухообмен для удаления водяных паров в переходный период года при $\rho_в$ = 1,24 кг/м^3, $d_{уд}$ = 7 г/кг сух. в-ха, $d_{пр}$ = 4,7 г/кг сух. в-ха равен:

$$L_{вл} = \frac{180328}{(7{,}0 - 4{,}7)1{,}24} = 63228{,}6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Количество наружного воздуха для ассимиляции избытков теплоты в птичнике в теплый период года,плотность воздуха $р_в$ = 1,2 кг/м^3, $t_в^{max}$= 31 °С.

$$L_я = \frac{3{,}6 * 279806}{1{,}005 * 1{,}2(31 - 21{,}2)} = 85279{,}7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Воздухообмен по удалению вредных газов L_v, м^3/ч. аналогичен холодному периоду года: по аммиаку$L_г$= 1450 м^3/ч.; по сероводородуL$_г$ = *2* 725 м^3/ч.

Теплопотери через наружные ограждения в переходный период года пропорциональны разности температуры внутреннего и наружного воздуха $(t_в - t_н)_{пер}$ по аналогии с холодным периодом года $(t_в - t_н)_{хол}$:

$$Q_{огр}^{пер} = Q_{огр}^{хол} \frac{(t_в - t_н)_{вер}}{(t_в - t_н)_{хол}} = 10379 \frac{14 - 8}{18 + 31} = 1270 \text{ Вт}$$

В переходный период года явные тепловыделения в птичнике равны тепловыделениям в холодный период года $Q_{вн}$ = 256952 Вт.

Излишки явной теплоты, которые необходимо удалить системами вентиляции:

$$Q_я = Q_{вн} + Q_{огр}^{пер} = 256952 - 1271 = 255681 \text{ Вт}$$

Количество приточного наружного воздуха для удаления избытков явной теплоты $L_я$ м^3/ч:

$$L_я = \frac{3{,}6 * 255681}{1{,}005 * 1{,}24(14 - 8)} = 123174 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Приложение 5

Результаты измерений микроманометрическими трубками,
расчетные значения статического и динамического давлений,
площади поперечного сечения и расхода воздуха

$h_{нач}$, мм	Δh_c, мм	P_c, мм рт.ст	$P_{дин}$, мм рт.ст	ρ, кг/м^3	F, м^2	v, м/с	V, м^3/ч
189	190	38	36,5	1,18	0,060	2,46	531,36
159	160	64	61,5	1,18	0,060	3,19	689,04
194	195	78	75	1,18	0,060	3,53	762,48
166	165	33	31,7	1,18	0,060	2,29	494,64
179	178	71	68,3	1,18	0,060	3,36	725,76
219	218	87	83,7	1,18	0,060	3,73	805,68
190	190	38	36,5	1,18	0,060	2,46	531,36
178	178	71	68,3	1,18	0,060	3,37	727,92
238	238	95	91,3	1,18	0,060	3,89	840,24

Приложение 6

Частотная характеристика

№	Значение частотной характеристики P_1 при $\bar{\upsilon}_1$			Значение частотной характеристики P_2 при $\bar{\upsilon}_2$		
Период	T/3	2T/3	T	T/3	2T/3	T
1	1,26	1,20	1,15	1,38	1,42	1,
2	1,63	1,57	1,55	1,76	1,82	1,55
3	1,65	1,51	1,48	1,81	1,87	1,48
4	1,088	1,04	1,36	1,16	1,23	1,36
5	1,60	1,54	1,39	1,71	1,81	1,39
6	1,77	1,69	1,59	1,84	1,89	1,59
7	1,17	1,169	1,09	1,29	1,36	1,09
8	1,601	1,585	1,46	1,61	1,73	1,46
9	1,85	1,79	1,64	1,93	1,98	1,64

Приложение 7

Значения исследуемых параметров воздуха за период 10.03.2012...03.04.2012 г.

Дата исследования	Температура по сухому термометру, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость, м/с	Парциальное давление водяных паров, Па	Влагосодержание, г/кг	Температура точки росы,°С	Температура мокрого термометра,°С	Теплосодержание, кДж/кг
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
10.03.2012	24,0	56,0	0,25	1700	10,2	16,45	18	54
11.03.2012	23,5	62,0	0,26	1750	11,1	15,0	19	54,5
12.03.2012	22,5	62,0	0,31	1725	11,3	14,5	18,5	53,5
13.03.2012	24,5	62,5	0,42	1900	12	17,0	19,5	55,8
14.03.2012	25,0	57,0	0,35	1750	11,2	16,0	19,0	53,0
15.03.2012	25,0	77,0	0,35	2400	15,4	20,5	22,0	54,0
16.03.2012	26,0	78,0	0,42	2700	17,1	22,5	23,0	70,0
17.03.2012	26,0	78,0	2,25	2700	17,1	22,2	23,0	70,0
18.03.2012	27,0	78,0	0,30	2800	17,5	23,0	24,0	72,0
19.03.2012	27,0	78,0	0,45	2800	17,5	23,5	24,3	72,5
20.03.2012	25,0	69,0	0,51	2100	13,0	18,0	20,0	57,0
21.03.2012	26,0	57,0	0,30	1750	11,2	16,0	19,0	53,0
22.03.2012	26,0	78,0	0,35	2700	17,1	22,5	23,0	70,0
23.03.2012	26,0	78,0	0,46	2700	17,2	22,5	23,5	70,0
24.03.2012	26,5	64,5	0,34	2300	14,2	26,5	21,5	63,0
25.03.2012	26,0	64,0	0,25	2100	13,6	26,0	21,0	61,0
26.03.2012	25,0	57,0	0,30	1800	11,0	25,0	19,0	53,0
27.03.2012	25,0	60,0	0,25	1900	11,0	24,5	18,5	53,0
28.03.2012	25,0	57,0	0,51	1900	11,0	25,0	19,0	52,5

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
29.03.2012	25,0	57,0	0,45	1900	12,0	25,0	19,5	53,0
30.03.2012	25,0	57,0	0,50	1900	11,5	25,0	19,3	52,8
31.03.2012	25,0	54,6	0,46	2160	13,5	19,0	21,0	60,0
01.04.2012	25,0	70,0	0,51	2150	13,4	19,0	21,0	61,0
02.04.2012	26,0	78,0	0,35	2700	17,0	22,0	23,0	69,0
03.04.2012	26,0	78,0	0,50	2700	17,0	22,0	23,0	69,0

Приложение 8

Результаты исследования схем воздушных потоков в ЗРП в опытной лабораторной установке

№ варианта	Схемавоздушных потоков	Воздухообмен, $м^3/ч$	Температура воздуха в ЗРП на уровне, °С				Скорость воздуха в рабочей зоне 0,2 метра от пола, м/с	
			0,4 метра от пола		0,2 метра от пола			
			средняя	предельная	средняя	предельна	средняя	предельная
1	Приток и вытяжка в верхнюю зону модели, угол наклона потока приточного воздуха α = 0°	530	19,8..17,05	19…17,8	20,8...20,95	19,0..21,5	0,11..0,12	0,09..0,16
2	Приток и вытяжка в верхнюю зону модели, угол наклона потока приточного воздуха α = 30°	720	18,4..18,67	17,5..19,5	19,4…19,56	18,2..20,0	0,10..0,12	0,06..0,16
3(11)	Приток в верхней зоне модели, вытяжка из нижней зоны, угол наклона потока приточного воздуха α = 0°	690	18,8..20,18	18,5..20,7	20,7..20,81	19,7..2 1,3	0,10..0,12	0,06..0,16
4(12)	Приток в верхней зоне модели, вытяжка из нижней зоны, угол наклона потока приточного воздуха α = 30°	750	16,1..16,93	15,9..17,7	17,7…18,4	8,7..10,0	0,09..0,10	0,10
5(8)	Приток в нижней зоне, вытяжка в верхней зоне модели, угол наклона потока приточного воздуха α = 0°	840	15,7…15,8	15,0...16,2	17,9..18,17	16,7…18,2	0,38..0,40	0,40
6(17)	Приток в верхней зоне модели, вытяжка в нижней зоне, угол наклона потока приточного воздуха α =30°	500	21,8..22,11	21,0…22,8	23,2…23,37	21,7…23,5	0,10..0,12	0,06..0,16

Приложение 9

Расчет воздухообмена графоаналитическим методом

Наименование расчетных единиц	Расчетная формула	Период года		
		Холодный	Переходный	Теплый
Внутренний объем, $м^3$	-	4150		
Расчетные теплоизбытки	Приложение 1	93600,4	83270,5	320461,7
Параметры наружного воздуха	I-d диаграмма			
Температура, °С	то же	-15	+10	30
Относительная влажность, %	То же	80	70	
Теплосодержание, кДж/кг	То же	-3,1	42,7	55,6
Влагосодержание, г/кг	То же	1,85	5,45	11,8
Параметры воздуха в рабочей зоне	I-d диаграмма			
Температура,°С	то же	24	24	24
Относительная влажность,%	То же	70	70	70
Теплосодержание, кДж/кг	То же	14	45	52
Влагосодержание,г/кг	То же	0,85	3,6	3,6
Параметры уходящего воздуха	I-d диаграмма			
Температура,°С	То же	29	30	35
Относительная влажность,%	То же	75	70	80
Теплосодержание, кДж/кг	То же	55	62	68
Влагосодержание,г/кг	То же	1,2	5,6	6,8
Угловой коэффициент луча процесса	I-d диаграмма	14550	16880	26050
Расчетный воздухообмен, $м^3/ч$	То же	82940,0	12756,0	17830,0

Приложение 10

Динамика состояния воздухообмена

Наименование величины	Обозначение	Ед. изм.	Формула/ источник информации	Значения величин		
				Теплый период	Переходный период	Холодный период
Воздухообмен для ассимиляции явной теплоты	$W_{теп}$	$м^3/ч$	4.13.	17505,0	25808,0	8300,0
Избытки явной теплоты	$Q_{изб.пт}$	кДж/ч	Приложение 1	320461,7	83270,5	93600,4
Удельная теплоемкость	$C_р$	кДж/кг°С		1,0	1,0	1,0
Температура внутреннего воздуха	$Θ_в$	°С	Приложение 9	35	30	29
Температура наружного воздуха	$Θ_н$	°С	Приложение 9	30	10	-15
Воздухообмен для ассимиляции влаги	$W_в$	$м^3/ч$	4.31.	15000,0	6300,0	1200,0
Поступление влаги	$X_{вр}$	мг/ч	Таблица 1.12	2400	1800	1800
Влагосодержание воздуха рабочей зоны	d	г/кг	Приложение 9	3,6	3,6	0,85
Влагосодержание приточного воздуха	d	г/кг	Приложение 9	11,8	5,45	1,85
Воздухообмен для ассимиляции углекислого газа	W_{co2}	$м^3/ч$	4.25.	720	720	720
Поступление углекислого газа от птиц	G	л/ч	Таблица 1.12	2000	2000	2000
Допустимое содержание углекислого газа в воздухе помещения	G_1	л/ч	ПДК CO_2	3,7	3,7	3,7
Допустимое содержание углекислого газа в наружном воздухе вблизи помещения	G_2	л/ч	ПДК CO_2	0,3	0,3	0,3

Приложение 11

Результаты исследований схем воздушных потоков по периодам года в опытной лабораторной установке

№	Вариант	Схема воздушных потоков	Температура воздуха, °С		Скорость воздуха, м/с		Концентрация аммиака, мг/л	
			средняя	предельная	средняя	предельная	средняя	предельная
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Холодный период года								
1	1	Приток воздуха через центральный воздуховод, вытяжка, рассредоточенная в продольных стенах	23,0…23,2	22,1..23,7	0,51..0,67	0,33…0,68	0,0138..0,0130	0,010..0,017
2	2	Приток через два перфорированных воздуховода, вытяжка, рассредоточенная в продольных стенах	22,6…22,8	21,6…23,1	0,24..0,28	0,13…0,41	0,0079…0,0085	0,006…0,010
3	3	Приток через центральный воздуховод, вытяжка в верхней зоне модели	20,9…22,1	18,1…22,3	0,37…0,43	0,18…0,71	0,0118…0,0124	0,008…0,015
4	4	Приток через три воздуховода, вытяжка, рассредоточенная в продольных стенах	18,5…19,0	18,1…19,5	0,38…0,45	0,21…0,59	0,0105…0,0117	0,007…0,016
5	5	Приток сосредоточенный, вытяжка рассредоточенная	22,5…23,9	22,5…25,3	0,38…0,48	0,17…0,96	0,0087…0,0090	0,007…0,012
Переходный период								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

6	1	Приток воздуха через центральный воздуховод, вытяжка, рассредоточенная в продольных стенах	22,7…23,1	19,4…24,2	0,63…0,73	0,42…1,40	0,0099…0,0101	0,0078…0,013
7	2	Приток через два перфорированных воздуховода, вытяжка, рассредоточенная в продольных стенах	22,9…23,1	22,4…24,0	0,35…0,39	0,25…0,53	0,0049…0,0051	0,004…0,007
8	3	Приток через центральный воздуховод, вытяжка в верхней зоне модели	22,9…23,3	19,2…24,8	0,39…0,49	0,35…0,79	0,0075…0,0085	0,005…0,013
9	4	Приток через три воздуховода, вытяжка, рассредоточенная в продольных стенах	22,9…23,1	21,2…23,9	0,44…0,54	0,38…0,64	0,0078…0,0082	0,007…0,010
10	5	Приток и вытяжка, сосредоточенные в противоположных торцовых стенах	23,0…23,6	21,5…25,0	0,55…0,69	0,24…1,19	0,0068…0,0072	0,005…0,008

Приложение 12

Потребление корма птицей в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс»

Возраст, дни	Оптимальная температура, °С	Потребление корма, г	Прибавление веса, г	Вес, г
0	32	16		42
1	32	18	8	50
2	32	23	11	61
3	31	25	14	75
4	31	27	17	92
5	31	30	20	112
6	30	33	24	136
7	30	36	26	162
8	30	41	29	191
9	29	45	32	223
10	29	51	35	258
11	29	56	37	295
12	28	61	40	335
13	28	66	42	377
14	28	70	45	422
15	27	75	47	469
16	27	81	49	518
17	27	85	51	569
18	26	90	54	623
19	26	95	55	678
20	26	102	57	735
21	25	109	60	795
22	25	113	63	858
23	25	119	66	924
24	24	123	68	992
25	24	127	69	1061
26	24	132	71	1132
27	23	136	73	1205
28	23	139	74	1279
29	23	144	75	1354
30	22	147	76	1430
31	22	150	78	1508
32	22	154	78	1586
33	21	158	79	1665
34	21	161	80	1745
35	21	164	81	1826
36	20	169	81	1907
37	20	171	81	1988
38	19	179	82	2070
39	19	177	83	2153
40	18	180	83	2236
41	18	184	82	2318
42	18	185	82	2400

Приложение 13

Привес птицы в хозяйстве ООО «Калиюга Плюс»

Возраст, дни	Потребление корма, г	Вес, до экспери-мента, г	Вес, после эксперимента, г	Относительная прибавка в весе, г
0	16	42	41	-1
1	18	50	52	+1
2	23	61	63	+2
3	25	75	76	+1
4	27	92	92	0
5	30	112	111	-1
6	33	136	133	-3
7	36	162	158	-4
8	41	191	186	-5
9	45	223	216	-7
10	51	258	250	-8
11	56	295	286	-9
12	61	335	325	-10
13	66	377	367	-10
14	70	422	411	-11
15	75	469	459	-10
16	81	518	509	-9
17	85	569	562	-7
18	90	623	618	-5
19	95	678	676	-2
20	102	735	737	+2
21	109	795	801	+6
22	113	858	868	+10
23	119	924	937	+13
24	123	992	1009	+17
25	127	1061	1159	+98
26	132	1132	1237	+105
27	136	1205	1316	+111
28	139	1279	1396	+117
29	144	1354	1476	+122
30	147	1430	1557	+127
31	150	1508	1638	+130
32	154	1586	1718	+132
33	158	1665	1799	+134
34	161	1745	1879	+134
35	164	1826	1958	+132
36	169	1907	2037	+130
37	171	1988	2114	+126
38	179	2070	2191	+121
39	177	2153	2266	+113
40	180	2236	2340	+104
41	184	2318	2412	+94
42	185	2400	2483	+183

Приложение 14

Результаты исследований схем воздушных потоков в птичникеДубоссарского района

№ варианта	Схема воздушного потока	Уровень замеров, м	Температура, °С		Скорость воздуха, м/с		Относительная концентрация аммиака, мл/м^3	
			средняя	предельная	средняя	предельная	средняя	предельная
			холодный период					
1	Приток и вытяжка сосредо-точенные: подача воздуха осуществляется через перфо-рированный воздуховод. Заг-рязненный воздух удаляется из нижней зоны	0,2	25,0…25,81	22,0…28,8	0,38…0,53	0,03…0,6	0,22…0,38	0,15…0,46
		0,4	25,24…25,96	22,3…27,8	0,26…0,40	0,03…0,68		
		0,6	23,33…24,12	20,0…26,0	0,27…0,43	0,6…0,7		
2	Воздухообмен осущест-вляется тоннельной вентиля-цией со стенным притоком.	0,2	18,3…19,53	18,0…20,0	0,55…0,9	0,4…0,98	0,43…0,59	0,30…0,70
		0,4	18,35…17,05	18,2…19,4	0,83…0,91	0,7…0,97		
		0,6	17,75…16,55	16,8…19,8	0,7…0,15	0,6…0,77		
			переходный период					
1	Приток и вытяжка сосре-дото-ченные: подача воздуха осуществляется через перфо-рированный воздуховод. Загрязнен-ный воздух уда-ляется из нижней зоны	0,2	26,2…28,45	19,7…25,4	0,61…1,1	0,03…3,44	0,26…0,42	0,25…0,45
		0,4	25,0…27,10	19,8…22,9	0,51…0,75	0,06…1,96		
		0,6	23,85…25,35	20,2…20,7	0,52…0,76	0,09..1,87		
2	Воздухообмен осуществля-ется тоннельной вентиля-цией со стенным притоком.	0,2	18,75…19,25	17,1…20,4	0,22…0,38	0,0…0,98	0,60…0,54	0,30…0,73
		0,4	18,75…19,15	17,1…20,6	0,20…0,32	0,0…0,89		
		0,6	18,51…19,21	17,3…20,6	0,22…0,33	0,0…0,92		

Приложение 15

Матрица планирования и результаты эксперимента

Показатель	Факторы				Параметры оптимизации			
	f_0, м^2	ζ	n	$t_н$, °С	$\upsilon_ж$, м/с	s_υ, м/с	S_t, °С	η
Уровень варьирования: Верхний (+1)	0,0271	1,0	3	10,0				
Основной (0)	0,0156	0,5	2	5,0				
Нижний (-1)	0,0041	0	1	- 15				
Количество вариантов								
1	-	-	-	-	0,56	0,29	0,6	0,98
2	-	-	-	+	1,24	0,54	0,4	0,87
3	-	-	+	-	0,10	0,05	0,6	0,99
4	-	+	-	+	0,10	0,48	0,6	0,96
5	-	+	+	-	0,10	0,04	0,9	1,04
6	-	+	+	+	0,27	0,07	0,2	1,10
7	+	-	-	-	0,07	0,04	0,7	0,97
8	+	-	-	+	0,11	0,04	0,3	0,93
9	+	-	+	-	0,03	0,02	0,8	0,97
10	+	-	+	+	0,07	0,02	0,3	1,07
11	+	+	-	-	0,04	0,03	0,5	1,07
12	+	+	+	-	0,07	0,03	0,9	1,06
13	+	+	+	+	0,09	0,04	0,4	1,24
14	+	0	0	0	0,10	0,03	0,7	1,04
15	-	0	0	0	0,22	0,09	0,4	1,04
16	0	+	0	0	0,07	0,05	0,7	1,07
17	0	-	0	0	0,10	0,03	0,7	1,04
18	0	0	+	0	0,07	0,04	0,4	1,05
19	0	0	-	0	0,20	0,07	0,5	0,99
20	0	0	0	+	0,20	0,06	0,4	1,08
21	0	0	0	-	0,09	0,04	0,9	0,99

Приложение 16

Расчет коэффициента расхода теплоты

Вариант	Средняя температура, °С	Коэффициент неравномерности температур, %	Средняя скорость, м/с	Коэффициент неравномерности скорости,%	Величина зон со скоростью,%		Коэффициент расхода теплоты
					0,15…0,4	более 0,4	
I-1	18,1	3,9	*0,26/0,38	15,4/31,6	100/39	0/61	1,04
I-2	17,8	3,4	0,3/0,45	36,7/35,6	78/34	22/66	1,03
I-3	19,0	1,6	0,41/0,47	29,3/36,2	34/34	66/66	1,00
I-4	18,4	1,6	0,33/0,39	33,4/41,1	77/35	23/65	1,01
I-5	18,4	1,6	0,33/0,47	48,5/57,5	82/53	18/47	1,01
I-6	18,6	2,1	0,36/0,41	19,4/14,6	53/47	47/53	1,01
I-7	17,8	3,4	0,27/0,37	25,9/18,9	100/46	0/54	1,03
I-8	17,8	2,8	0,36/0,46	22,2/28,3	37/6	63/94	1,00
I-9	18,3	2,2	0,36/0,48	27,8/37,5	53/10	47/90	1,01
I-10	18,6	2,7	0,34/0,50	29,5/34	34/5	66/95	1,02
II-1	16,9	4,7	0,26/0,37	19,2/32,5	100/44	0/56	1,04
II-2	17,8	3,4	0,29/0,40	37,9/30	85/49	15/51	1,03
II-3	18,5	2,2	0,39/0,53	30,8/30,2	38/8	62/92	1,00
II-7	17,9	3,4	0,25/0,33	20/21,2	100/85	0/15	1,03
III-1	16,2	4,3	0,2/0,38	25/23,7	100/39	0/61	1,02
III-2	16,7	4,2	0,25/0,42	40/31,0	100/40	0/40	1,01
III-6	18,5	1,6	0,32/0,48	31,3/33,3	74/30	26/70	0,98

*в знаменателе для $t_н$=10 °С, в числителепараметры для $t_н$= -15°С

Приложение 17

Значения коэффициентов квадратичного уравнения

ΔΘ	a		b		c	
-8 °C ≤ΔΘ ≤ 0 °C	0,3068	0,0059	0,153	7,977	0,3076	—
0°C ≤ ΔΘ ≤ 5°C	0,1648	0,0021	0,0030	0,0059	0,083	0,035
5°C ≤ ΔΘ ≤ 7,5°C	0,0031	0,0028	0,0083	0,142	1,016	0,900
7,5°C ≤ ΔΘ ≤ 10°C	0,3068	0,0069	0,213	0,250	0,917	0,125
11°C ≤ ΔΘ ≤ 15°C	0,0467	—	-3,367	—	174	—
15°C ≤ ΔΘ ≤ 25°C	0,4623	0,0069	0,179	12,02	78,63	0,174

АКТ

о внедрении научных и практических результатов

кандидатской диссертации Лохвинской Татьяны Ивановны представленной

к защите по специальности 05.20.01- Механизация сельского хозяйства

Настоящий акт составлен представителями предприятия ООО «Калиюга+» в лице директора Дилигул Сергеем Алексеевичем, зам.директора по техническому оснащению производства Бондарь Сергеем Порфирьевичем и соискателем Лохвинской Татьяной Ивановной с другой стороны в том, что результаты научно-исследовательской работы внедрены в производство в птицеводческом хозяйстве на 14 птичников в г.Дубоссары.

Изученные вопросы энергетической и экологической эффективности содержания птицы позволили выявить особенности технологий содержания, качественные и количественные показатели технологического процесса, необходимое техническое оснащение производства.

Основными результатами проведенных исследований следует считать возможность прогнозирования продуктивности птицы.

Эффект от использования результатов исследований выразился в стабилизации на технологическом уровне параметров внутреннего воздуха в помещениях птичников и повышении продуктивности птицы.

В перспективе в процессе реконструкции предполагается внедрение результатов исследований в других птицеводческих хозяйствах Дубоссарского района.

Директор _____ **Дилигул С.А.**

Зам. Директора

по техническому оснащению _____ **Бондарь С.П.**

Соискатель _____ **Лохвинская Т.И.**

ACTUL
privind implementarea rezultatelor ştiinţifice şi practice a tezei de doctor
a Lohvinschi Tatiana Ion prezentat pentru apărarea de specialitate
05.20.01 - Mecanizarea agriculturii

Rezultatele ştiinţifice şi practice ale tezei de doctorat Lohvinschi Tatiana Ion folosite la SRL „Adrica" în ceea ce priveşte dezvoltarea condiţiilor de optimizare a parametrilor constructivi şi tehnologici pentru crearea unui microclimat în interiorul cu păsări 200000

Obiecte de implementare sunt:

1. Apariţia sistemului de creare şi de menţinerea parametrilor de mediu necesari.
2. Zona termică de căldură indiferentă, pentru a minimiza producţia de căldură termică a fermei SRL „Adrica"
3. Oferte de utilizare maximă posibilă a efectului de infiltrare cu vapori.
4. Abordările conceptuale la dezvoltarea tehnologiei de economie a resurselor prin automatizarea căutării valorii optime a criteriului de creştere a profitului selectat.
5. Metode ecologice de tratare a aerului cu scopul de îmbunătăţire a mediului sanitaro-igienic a întreprinderii.

Prezentul act este întocmit de către comisia în următoarea componenţă:

Director Borş Eugen

Contabil şef Soloviova Maria

Inginer şef Selipos Sergiu

Energetician şef Japară Alexei

Mecanic şef _____

Inginer de economisire a energiei _____

Solicitant Lohvinschi T. I.

Акт

о внедрении установки для регулирования микроклимата птицеводческого помещения с целью определения зависимости между удельной теплонапряженностью, температурой и скоростью воздушной среды.

Комиссия в составе:

председатель комиссии - директор предприятия ООО «Калиюга Плюс» Дилигул Сергей Алексеевич

члены комиссии: зам. директора по техническому оснащению производства предприятия ООО «Калиюга Плюс» Бондарь Сергей Порфирьевич; заведующая кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция», БПФ ПГУ им. Т.Г. Шевченко Лохвинская Татьяна Ивановна

утвердили настоящий акт, подтверждающий реализацию в производство результатов научных исследований, проведенных Лохвинской Татьяной в установке для регулирования микроклимата птицеводческого помещения.

Условия проведения исследований: моделирование воздушной среды в установке проводилось при температурах - 15 °С и +10°С;воздушные потоки формировались рассредоточенной подачей воздуха; угол наклона потока воздуха составлял 0…120° к горизонтали; определялись температурные и скоростные поля по поперечному сечению установки, производился расчет коэффициента неравномерности их распределения;

Результаты использования установки для регулирования микроклимата:

-выявлен оптимальный характер изменения распределения температурных и скоростных полей при распределении воздуха через перфорированный воздуховод: предельные значения – 21,6…23,1°С и 0,13…0,41 м/с в холодный период; в переходный период – 22,9…23,1°С, 0,35…0,39 м/с.

-при распределении приточного воздуха посредством перфорированного воздуховода коэффициент расхода тепла установкой составляет 0,98.

Исходя из полученных результатов, мы считаем, что согласно качественным и технико-экономическим данным установка для регулирования микроклимата может быть рекомендована для применения в птицеводческих хозяйствах региона.

Директор _____ **Дилигул С.А.**

Зам. Директора

по техническому оснащению _____ **Бондарь С.П.**

Соискатель _____ **Лохвинская Т.И.**

ДЕКЛАРАЦИЯ ОБ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Нижеподписавшаяся, Лохвинская Татьяна, заявляю о личной ответственности за предоставленный материал в диссертационной работе и гарантирую, что данный материал получен в результате проведенных мною исследований; в противном случае, уведомлена о правовых последствиях, предусмотренных действующим законодательством.

_____ Лохвинская Татьяна

дата

ОБ АВТОРЕ

Лохвинская Татьяна, 16 ноября 1957.

Гражданство – Республика Молдова

Образование – высшее:

–Одесский технологический институт холодильной промышленности,1979-1984, специальность – «Машины и аппараты по кондиционированию воздуха», квалификация «инженер-механик»;

–ГОУ «ПГУ им. Т. Г. Шевченко», 2009-2012, специальность «Машины и аппараты по кондиционированию воздуха», квалификация «преподаватель»;

–Государственный аграрный университет Молдовы, 2012-2015, специальность –255.01 Технологии и технические средства в сельском хозяйстве и региональном развитии, аспирант.

Производственная и учебная деятельность

–1986-1995 гг. Бендерский технологический лицей-колледж, преподаватель;

–1996-2006 г.г. старший инженер по расчетам специализированного Управления тепловых сетей;

–2006-2017 гг. Бендерский политехнический филиал ГОУ «ПГУ им. Т. Г. Шевченко», старший преподаватель высшей квалификационной категории, заведующая кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Стажировка: 23.02.1987-7.03.1987, Московский текстильный институт им.А.Н.Косыгина, специальность «Основы теплотехники, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

Область научных интересов: оптимизация конструктивных и технологических параметров установки для регулирования микроклимата в птицеводческом помещении, формирование комфортной среды обитания, энергосбережение.

Участие в научных форумах:

- INTERNATIONAL SCIENTIFIC SYMPOSIUM «Modern Agriculture – Achievements and Prospects», Кишинев, 2013 г.
- Международная научно-техническая конференция «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» НИУ МГСУ, Москва, 2015 г.

Научные и научно-методические работы: опубликовано 10 научных статей, 4 учебных пособия по микроклимату, кондиционированию воздуха и тепломассообмену.

Контактная информация

Молдова, г. Бендеры, ул. Советская 38 кв.12

Тел. 0 699 96 640, e-mail –lohvinskaia57@mail.ru