

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени К.И.СКРЯБИНА**

**КЫРГЫЗСКО – РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Б.Н. ЕЛЬЦИНА**

Диссертационный совет Д.05.16.536

На правах рукописи

УДК 614.8.636:658.382

**ШабиковаГульмираАскаровна**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА И  
МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ  
СЕЛЬХОЗКООПЕРАТИВОВ**

**05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

**Бишкек -2017**

**Работа выполнена в Кыргызском Национальном аграрном университете им.К.И. Скрябина и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина.**

**Научный руководитель** доктор технических наук, профессор  
**Осмонов Ысман Джусупбекович**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор  
**Омаров Рашит Абдыгаравович**

кандидат технических наук, доцент  
**Ахмадов Бахромджон Раджабович**

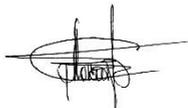
**Ведущая организация:** Ошский Технологический университет им.  
М.М. Адышева (г.Ош, ул. Н. Исанова 81)

Защита диссертации состоится «12» мая 2017г. в 14-00 часов на заседании диссертационного совета Д.05.16.536 при Кыргызском Национальном аграрном университете им.К.И. Скрябина и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина по адресу: 720005, г.Бишкек, ул. Медерова 68, факс: (996312)54-05-45, E-mail:kнау-info@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского Национального аграрного университета им.К.И. Скрябина.

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
Д.05.16.536 к.т.н.



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Кыргызстан аграрная страна. На территориях сельскохозяйственного направления проживает наименее обеспеченные слои населения, доля которых составляет 76% от общей численности населения республики. Развитие сельского хозяйства обеспечивает продовольственную безопасность и оказывает содействие развитию других отраслей, поскольку позволяет обеспечить эти отрасли сырьевыми ресурсами.

В существующей структуре сельского хозяйства перспективным являются сельскохозяйственные кооперативы. В условиях рыночных отношений возникла необходимость выработке единой государственной политики по развитию сельского хозяйства, главной целью которой являются широкое внедрение сельскохозяйственного кооперативного движения в Кыргызской Республике.

Рассматривая вопросы, касающихся развитию животноводства необходимо отметить, что одним из важнейших факторов, значительно влияющих на продуктивность животных (наряду с кормлением) является микроклимат в животноводческих помещениях. По данным отечественных и зарубежных исследователей при неудовлетворительном микроклимате продуктивность животных падает на 20-30% и уменьшается срок службы помещений. Концентрация поголовья и повышенная плотность размещения животных на единицу площади предъявляют более высокие требования к необходимости поддержания в помещениях оптимального микроклимата. При нарушении параметров микроклимата наблюдается высокая заболеваемость, снижается воспроизводительная способность и продуктивность животных, увеличивается затраты кормов на единицу продукции.

Однако технические системы обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях используется неудовлетворительно, поскольку требуют больших затрат энергии и дорого обходится хозяйствам.

Энергосбережение в аграрном секторе страны путем активного вовлечения в энергобаланс возобновляемых источников энергии, в частности при создании микроклимата в животноводческих помещениях – актуальная задача.

Утилизировать навоз, как собственное сырье животноводческих помещений с целью обеспечения микроклимата в них возможно путем разработки специальных технических систем.

**Связь темы диссертации с приоритетными научными направлениями:** работа выполнена в соответствии с отраслевой программой МОН Кыргызской Республики АП-214-14 «Разработка технологии и технических средств энерго- и теплообеспечения фермерских хозяйств с использованием возобновляемых источников энергии».

**Цель исследования** -разработка и обоснование параметров технической системы обеспечения микроклимата в животноводческом помещении (коровнике) сельхозкооперативов с использованием энергии биогаза.

**Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:**

- анализ условий труда и микроклимата животноводческих помещений сельхозкооперативов Кыргызской Республики;
- с позиции теории сложных систем разработка биотехнической системы обеспечения допустимых условий труда и микроклимата в коровнике;
- разработка и обоснование конструктивно- технологической схемы системы вентиляции и обогрева коровника;
- обоснование конструктивных параметров и режима работы технических средств;
- выполнить расчеты технико–экономической эффективности работы.

**Научная новизна работы:**

Предложена новая конструктивно- технологическая схема обеспечения микроклимата в коровнике (заявка № 323 от 03.04.2017 на выдачу патента на полезную модель)

Разработана биотехническая система человек – машина – животное– производственная среда и ее подсистемы: человек – животное (Ч – Ж); человек – машина(Ч – М); человек – среда(Ч – С); человек –животное – машина (Ч – Ж – М).

Обоснованы параметры систем вентиляции и обогрева коровника в зависимости метеорологических условий

**Практическая значимость исследований** заключается в разработке технической системе улучшения условий труда и параметров микроклимата в действующем коровнике с привязным содержанием 200-240 голов коров сельскохозяйственного кооператива «Ветка» Аламудунского района Кыргызской Республики с вовлечением энергии биомассы(навоза). Результаты научно–исследовательских работ могут быть использованы в других кооперативных хозяйствах Кыргызской Республики, а также в учебном процессе аграрных вузов.

**Экономическая значимость полученных результатов** от внедрения предлагаемой технической системы улучшения условий труда и микроклимата коровника составляет 267271,2 сомов в год с содержанием в коровнике 200 -240 голов коров.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- методы системного подхода для оценки функционирования биотехнической системы: Ч – М – Ж – С и ее подсистем;
- конструктивно- технологическая схема системы улучшения условий труда и обеспечения микроклимата в животноводческом помещении;
- обоснованные параметры технических средств;
- технико–экономические показатели разработанных мероприятий.

**Личный вклад соискателя** – соискателем сформулирована цель и решены задачи исследования, выполнены теоретические и

экспериментальные исследования, разработана и предложена новая конструктивно – технологическая схема обеспечения микроклимата в коровнике.

**Апробация результатов исследований.** Результаты исследований докладывались и обсуждались на международных, республиканских научно – практических конференциях: Алтайском аграрном университете (г.Барнаул, 2015г.); Инженерной академии Кыргызской Республики (г.Бишкек,2015г.); Кыргызско - Российском Славянском университете (г.Бишкек, 2015г).

**Полнота отражения результатов диссертации в публикациях:** по теме диссертации опубликованы 14 научных трудов, из них 2 в изданиях зарубежных РИНЦ, 6 в изданиях РИНЦ Кыргызской Республики, 1 статья удостоена «Золотой медали» и Диплома участника Московского международного салона образования (Москва ВДНХ 13-16 апреля 2016г.).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, общих выводов, списка использованных источников и приложений. Работа изложена на 176 страницах компьютерного текста, содержат 18 рисунков, 16 таблиц, 120 источников литературы и 9 приложения.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая ценность работы.

**В первой главе** дан анализ современного состояния и стратегии развития сельскохозяйственных кооперативов в Кыргызской Республике.

Сельхозкооперативы способствуют увеличению производства животноводческой продукции за счет увеличения поголовья сельскохозяйственных животных, создание более крупных товарных ферм и повышения продуктивности животных. Наряду с развитием кооперативного движения в аграрном секторе все более остро ставятся вопросы улучшения условий труда и микроклимата в производственных помещениях.

Показано что, в животноводческих помещениях сельхозкооперативов имеет место опасные и вредные условия труда. Параметры микроклимата не отвечают нормативным требованиям. Наблюдается нехватка освещения. Высокая концентрация животных приводит к сильному микробиологическому загрязнению воздуха, помещений, корма, питьевой воды и ряд другим негативным факторам. Существующие системы очистки воздуха и отопления помещения являются энергоемкими составляют 40-60% от общих затрат.

Сформулированы теоретические предпосылки разработки технических систем, которые улучшают условия труда и микроклимата в животноводческих помещениях на основе фундаментальных исследований гигиены труда, биотехнических систем и экобиозащитной техники.

Изучена целесообразность использования биогазовой технологии, как источник электрической и тепловой энергии для решения поставленных задач. Расчетная масса навоза в Кыргызстане составляет 5,5 млн.тонн в год способная выделить около 110 млн.кубов биогаза.

**Во второй главе,** составлена структура среды животноводческого помещения и жизнедеятельности в ней человека и животных (рис.1.)

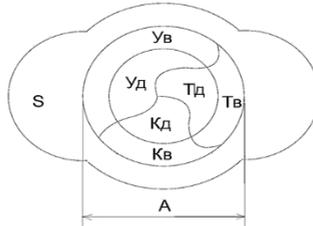


Рис.1. Структура среды животноводческого помещения и жизнедеятельности в ней человека и животных

Данную структуру, используя теорию множеств можно показать в общем виде:

$$YUTUK = A \in S \quad (1)$$

В рамках животноводческого помещения  $A$ , находящейся внутри более обширной области окружающей среды  $S$ , можно выделить:

- допустимые условия труда с ее параметрами микроклимата  $A_d$ ;
  - опасные (вредные) условия труда с ее соответствующими параметрами  $A_v$ .
- Каждый вид условий труда складывается из соответствующих параметров: микроклимата ( $U_d, U_v$ ), технических ( $T_d, T_v$ ) и климатических ( $K_d, K_v$ ).

$$A_d = U_d U T_d U K_d; A_v = U_v U T_v U K_v.$$

Однако, как утверждает теория безопасности, абсолютно безопасных видов труда не существует, поэтому введено понятие индивидуальный уровень риска  $R(t)$ :

$$R(t) = N(t)/n(t) \quad (2)$$

где  $N(t)$  – статистика несчастных случаев и профессиональных заболеваний;

$n(t)$  – общее число работников.

Нормируя данный показатель  $R(t)$  можно получить вероятность несчастного случая и профессиональных заболеваний  $R=N/n$ , которая использована при определении уровня безопасности  $P_{бжд}$  работников животноводческого помещения.

Согласно теории вероятности показатели  $R$  и  $P_{бжд}$  образуют полную группу событий и связаны между собой соотношением:  $R+P_{бжд} = 1$ .

Данное соотношение использован как важный критерий улучшения условий труда в животноводческом помещении при разработке соответствующих технических средств.

При анализе динамических характеристик подсистемы «человек–животноводческое помещение»(Ч – Ж), условие труда рассматривается как функция данной системы. Возможные взаимосвязи входных и выходных факторов в подсистеме (Ч – Ж) представлены на схеме (рис.2)



Рис. 2. Комплекс факторов и их взаимосвязь в подсистеме: «человек–животноводческое помещение»:

$X_1$ -температура,  $X_2$ - относительная влажность,  $X_3$  – скорость движение воздуха, снаружи помещения,  $X_4$  – барометрическое движение воздуха,  $X_5$  – количество коров в помещении,  $X_6$  – условия содержание животных,  $X_7$  – кратность уборки навоза,  $X_8$  – концентрация двуокиси углерода,  $X_9$  – водяного пара в воздухе помещения;  $X_{10}$ - концентрация аммиака,  $X_{11}$ - температура,  $X_{12}$  – относительная влажность,  $X_{13}$  – скорость движения воздуха внутри помещения.

Данной схеме животноводческое помещения дана представлена как сложная динамическая система, охватывающая множества взаимосвязанных факторов ( $X_1 - X_{13}$ ), в виде измеряемыми входными переменными ( $X_1- X_{10}$ ) и выходными ( $X_{11}- X_{13}$ ). Проблема создания необходимых условий труда в помещении в первую очередь зависит от климатических факторов, поскольку эти факторы относятся к случайным явлениям. Необходимо выделить управляемые параметры микроклимата внутри помещения, независимо от климатических факторов, изменение которых создадут необходимые условие труда и содержание животных.

Выходная функция  $C = f(t)$  – регулируемая переменная с помощью технических средств по экспериментальным данным представлена в виде определенных закономерностей, для описания которых были использованы законы распределения: нормальное и показательное. Аппроксимация каждой частной кривой проводилась с помощью формулы Лангранжа.

Конструктивно- технологическая схема системы обеспечения допустимых условий труда и микроклимата в коровнике показана на рисунке 3 и представляет собой децентрализованную систему, где энергоснабжение

осуществляется с помощью биогазовой установки путем переработки собственного сырья (навоза).

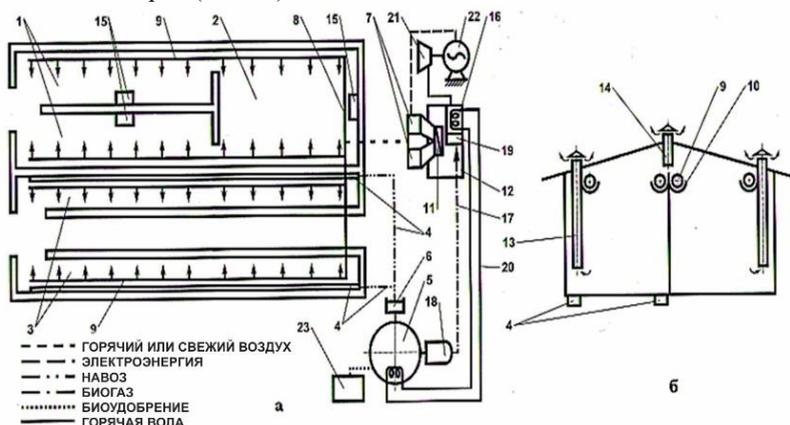


Рис.3 Конструктивно-технологическая схема децентрализованной системы вентиляции, обогрева, кондиционирования и освещения коровника (заявка № 323 от 03.04.2017 на выдачу патента на полезную модель).

а – вид сверху; б – поперечный разрез. 1- помещение для дойки коров; 2- помещение для первичной обработки молока; 3- помещение для кормления, поения и отдыха животных; 4- канавки; 5- биогазовая установка; 6- приемник навоза; 7- вентиляторы; 8, 9- воздуховоды; 10- желоб; 11-электрокалорифер; 12- помещение газовой топки; 13, 14- вытяжные шахты; 15- кондиционеры; 16- котел; 17- трубопровод для биогаза; 18- газгольдер; 19- газовая топка; 20-трубопровод;21- паровая турбина; 22- генератор; 23- хранилище биоудобрения.

Данная техническая система осуществляет вентиляцию, обогрев, кондиционирование и освещение соответствующих помещений коровника в зависимости от режима работы, времени выполнения технологических процессов и температуры окружающего воздуха.

Навоз из коровника 3 поступает в приемник 6 далее в реактор биогазовой установки 5, где подвергается анаэробному брожению в мезофильном режиме (37°C). Такой режим в реакторе поддерживается за счет циркуляции горячей воды между биогазовой установки 15 и котлом 16. Такая система подогрева реактора позволяет вырабатывать биогаз в круглый год. Два вентилятора работают в автоматическом режиме. Сначала один из вентиляторов 7 подает приточный воздух в объеме, достаточном для создания расчетного воздухообмена в помещении 3. При нарушении температурного режима (если температура помещения повышается от установленного) включается второй вентилятор, по мере достижения установленных параметров микроклимата один из вентиляторов отключается. В холодные периоды года скорость движения воздуха по

воздуховодам снижается до 1,5м/с и на теплообменный процесс включают электроколорифер11для обогрева и осушения воздуха впомещении. Вытяжка внутреннего воздуха происходит из нижней зоны помещения с помощью шахт 13. В переходные периоды, когда скорость движения приточного воздуха повышается до 6-7 м/свытяжка внутреннего воздуха в основном осуществляется через шахты 14.

Технологическая схема обеспечения микроклимата в коровнике показана на рисунке 4.

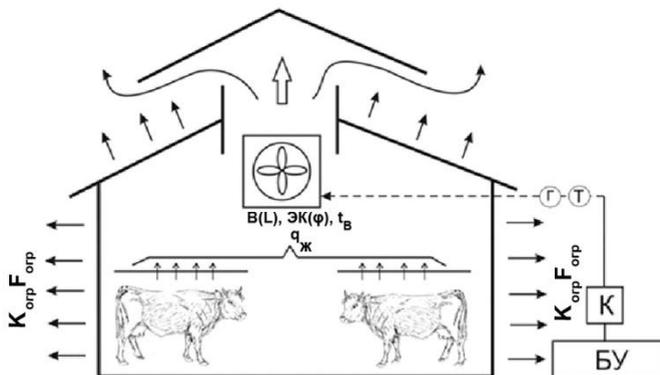


Рис.4. Технологическая схема обеспечения микроклимата в коровнике

При обосновании параметров и режима работы технических систем, коровник рассматривается как биотехническая система, где имеет место технологический процесс обеспечения микроклимата в двух видах в зависимости от времени года: тепло животных (ТЖ) – тепловая энергия отопительного устройства (О) – микроклимат (МК), (ТЖ – О – МК); тепло животных (ТЖ) – вентилятор (В) – микроклимат (МК), (ТЖ – В – МК).

Теоретическое описание данных технологических процессов можно осуществить с помощью следующих зависимостей, разработанный профессором Омаровым Р.А.:

теплопроизводительность технологического процесса «ТЖ – О – МК»

$$q_T = \frac{\varphi [q_{ж-к_{орп}}(t_m - t_{в})] - \varphi [q_{ж-к_{орп}}(t_m - t_n)] \cdot \exp(-\tau \frac{k_{орп}}{C_B})}{(\varphi - 1) [1 - \exp(-\tau \frac{k_{орп}}{C_B})]}, \quad (3)$$

холодопроизводительность технологического процесса «ТЖ – В – МК»

$$q_X = \frac{q_{ж-к_{орп}}(t_m - t_{в}) - [q_{ж-к_{орп}}(t_m - t_n)] \exp(-\tau \frac{k_{орп}}{C_B})}{1 - \exp(-\tau \frac{k_{орп}}{C_B})}, \quad (4)$$

Закономерность изменения температуры воздуха внутри коровника (t<sub>в</sub>) для обоих рассматриваемых процессов имеет вид:

$$t_{\text{в}} = t_m - \frac{1}{\kappa_{\text{орг}}} (q_{\text{x}} - q_{\text{ж}}) - \frac{1}{\kappa_{\text{орг}}} [q_{\text{ж}} - q_{\text{x}} - \kappa_{\text{орг}} (t_m \pm t_{\text{н}})] \exp(-\tau \frac{\kappa_{\text{орг}}}{C_{\text{в}}}), \quad (5)$$

где  $t_m$  – температура атмосферного воздуха расчетного периода,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{в}}$  – температура помещения,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\kappa_{\text{орг}}$  – коэффициент теплопередачи ограждения коровника,  $\text{кДж}/\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ;

$q_{\text{ж}}$  – тепло животных,  $\text{кДж}$ ;

$t_{\text{н}}$  – нормативная температура помещения,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$C_{\text{в}}$  – теплоемкость воздушной среды,  $\text{кДж}/\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ;

$\tau$  – продолжительность времени обеспечения микроклимата коровника, ч;

$\varphi$  – коэффициент преобразования температуры отопительного устройства.

Коэффициент теплопередачи ограждения коровника:

$$\kappa_{\text{орг}} = \sum_{n=1}^n \kappa_{\text{орг}n} \cdot F_{\text{орг}n}, \quad (6)$$

где  $F_{\text{орг}n}$  – площадь  $n$ -го ограждения,  $\text{м}^2$ ;

Тепло выделяемое животными

$$q_{\text{ж}} = \sum_{i=1}^k n_i \cdot q_i \cdot a_1 \cdot a_2, \quad (7)$$

где  $n_i$  – количество животных, выделяемое  $i$ -животными,  $\text{кДж}$ ;

$a_1$   $a_2$  – коэффициент тепло и влаговыделений животными в зависимости от температуры помещений ( $t_{\text{в}}$ ) и времени суток.

Существующий коровник сельхозкооператива «Ветка» имеет стандартные строения из силикатного кирпича и чердачного покрытия из железобетонных плит с битумным покрытием.

Рассмотрим технологический процесс «ТЖ – О – МК», ( $t_{\text{в}} > t_{\text{н}}$ ).

Коровник отапливается для соблюдения нормативной температуры  $t_{\text{н}}$ . Для полного учета тепловых потерь составим уравнение теплового баланса коровника:

$$Q_{\text{от}} = (Q_{\text{орг}} + Q_{\text{ч.п}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{исп}} + Q_{\text{инф}}) - q_{\text{ж}} \quad (8)$$

где  $Q_{\text{от}}$  – тепловой поток, поступающий в коровник от отопительного устройства.

Количество тепла, проходящее через толщину стен

$$Q_{\text{орг}} = \frac{t_{\text{н}} - t_m}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}} \cdot F_{\text{орг}} \cdot \tau \quad (9)$$

где  $F_{\text{орг}}$  – площадь ограждения коровника,  $\text{м}^2$ ;

$\delta_1$  – толщина стен, м;

$\lambda_1$  – коэффициент теплопроводности стен коровника;

$\alpha_v$  - суммарный коэффициент тепловосприятости для внутренней поверхности стен коровника,  $\text{кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}$ ;

$\alpha_n$  - суммарный коэффициент тепловосприятости для наружной поверхности стен коровника,  $\text{кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}$ ;

Теплоотдача через чердачное перекрытие коровника

$$Q_{\text{ч.п.}} = \frac{t_n - t_m}{\frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_n}} \cdot F_{\text{ч.п.}} \cdot \tau \quad (10)$$

где  $F_{\text{ч.п.}}$  - площадь чердачного перекрытия коровника,  $\text{м}^2$ ;  
 $\delta_2$  - толщина чердачного перекрытия, м;  
 $\lambda_2$  - коэффициент теплопроводности чердачного перекрытия.

Тепло,расходуемое на нагрев приточного воздуха определяется по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = [W \cdot \rho_v \cdot c (t_n - t_m)] \tau, \quad (11)$$

где  $W$  - расчетный воздухообмен коровника,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

Расход теплоты на испарение влаги:

$$Q_{\text{исп}} = [n \cdot q_i \cdot k_t (1 + \zeta)], \quad (12)$$

где  $n$ - число животных, голов;  
 $q_i$ - тепловыделение одним животным ( $q_i = 799 \text{ Вт}$ );  
 $k_t$ -коэффициент учитывающий изменение количества выделяемых животным водяных паров в зависимости от температуры воздуха коровника ( $K_t = 1$ );  
 $\zeta$ -коэффициент, равный для коровников ( $\zeta = 0,1 \dots 0,25$ ).

Тепловые потери на инфильтрацию наружного воздуха, инфильтрующегося через притворы окон, дверей и ворот для животноводческих помещений принимают равными 30% основных потерь

$$(Q_{\text{огр}} + Q_{\text{ч.п.}}) \text{ то есть } Q_{\text{инф}} = 0,3(Q_{\text{огр}} + Q_{\text{ч.п.}}). \quad (13)$$

Подставляя (9),(10),(11),(12)и (13) в уравнение теплового баланса (8) имеем:

$$Q_{\text{оу}} = \{0,3 \cdot \tau (F_{\text{огр}} + F_{\text{ч.п.}}) \left[ \frac{t_n - t_m}{R_v + \frac{\delta_1}{\lambda_2} + R_n} + \frac{t_n - t_m}{R_v + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + R_n} \right] + W \cdot \rho_v \cdot c (t_n - t_m) + q_{\text{ж}}^1 \cdot n \cdot k_t (1 + \zeta) \} - q_{\text{ж}} \tau \quad (14)$$

С учетом известных некоторых величин уравнение (14) имеет вид:

$$Q_{\text{оу}} = \tau \{ 0,3 (F_{\text{огр}} + F_{\text{ч.п.}}) \left[ \frac{t_n - t_m}{0,948} + \frac{t_n - t_m}{0,198} \right] + 0,339 [W (t_n - t_m)] + 958,8 \cdot n \} - 639,2 \cdot n \quad (15)$$

Формула (15) эквивалентна к формуле (3) тепло производительности технологического процесса «ТЖ – О – МК » и была использована для расчета теплопроизводительности отопительного устройства.

Тепловая (потребная) мощность отопительного устройства равна:

$$P_{oy} = \frac{Q_{oy} - q_{ж}}{\tau} = \frac{1000 q_{ж}}{\tau} (\text{кВт}), \quad (16)$$

Данную мощность  $P_{oy}$ , потребляет генератор (Г) для обеспечения работы электрокалорифера (ЭК) или вентилятора (В). Источником тепловой энергии для работы паровой турбины (Т) является биогазовая установка (БУ). Потребный расход биогаза  $q_{бг}$ , сжигаемого в котле (К) составляет:

$$q_{бг} = \frac{P_{oy}}{Q_{т}^{бг} \cdot \eta_{г}} \left( \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \right), \quad (17)$$

где  $Q_{т}^{бг}$  - теплотворная способность биогаза,  $\text{кДж/м}^3$ ;  
 $\eta_{г}$  - к.п.д. генератора

Расход биогаза за отопительный сезон,

$$G_{бг} = \frac{q_{бг} (t_{н} - t_{м}) 24 \cdot \tau_0}{t_{н} - t_{м}}, \quad (18)$$

где  $\tau_0$  – продолжительность отопительного периода, дни.

Требуемая поверхность нагрева электрокалорифера:

$$F = \frac{a P_{oy}}{k \Delta t}, \quad (19)$$

где  $a$  - коэффициент запаса;

$\Delta t$  – разность средних температур,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$$\Delta t = \frac{t_{р} + t_0}{2} - \frac{t_{п} - t_{в}^1}{2}, \quad (20)$$

где  $t_{ит_0}, t_{в}^1$  и  $t_{п}$  - температура теплоносителя и воздуха на входе и выхода их из калорифера,  $^{\circ}\text{C}$ .

При обосновании параметров вентиляционной системы коровника учтены тепло солнечной радиации, самих животных и искусственного освещения. Кроме того, учтены влаговыделения и выделения вредных газов. Получены уравнения воздухообмена, расчетные формулы потребной мощности вентилятора и конструктивных параметров системы.

**В третьей главе** изложена методика экспериментальных исследований. В общей схеме исследований (рис.5) выделены основные виды работ для обоснования конструктивно–технологических и режимных параметров технических средств по улучшению условий труда и микроклимата коровника.

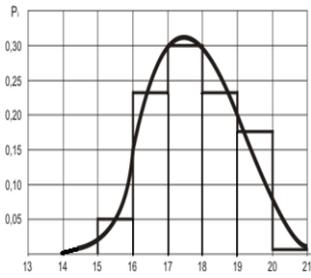
Обеспечение микроклимата в коровнике как система состоит из отдельных подсистем (технических средств) имеет объект управления для обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха. Возможность улучшения параметров микроклимата заложены в технических средствах. Поддержание микроклимата в коровнике осуществляется по заданному закону с требуемым быстродействием.



Рис. 5. Общая схема исследований

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований, их обработка и анализ.

Законы распределения для определения динамики параметров микроклимата в коровнике в зависимости периодов года представлены на рисунке 6.

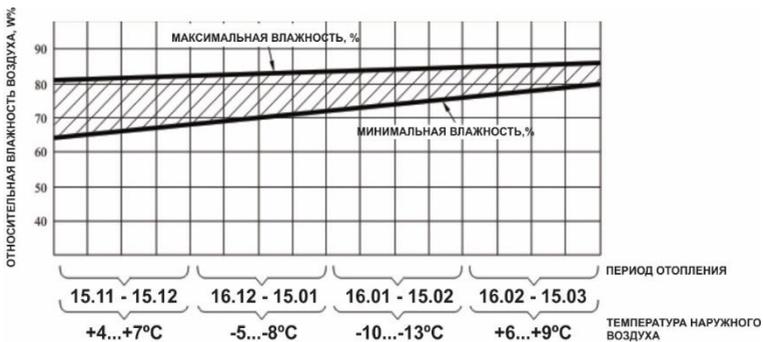


а

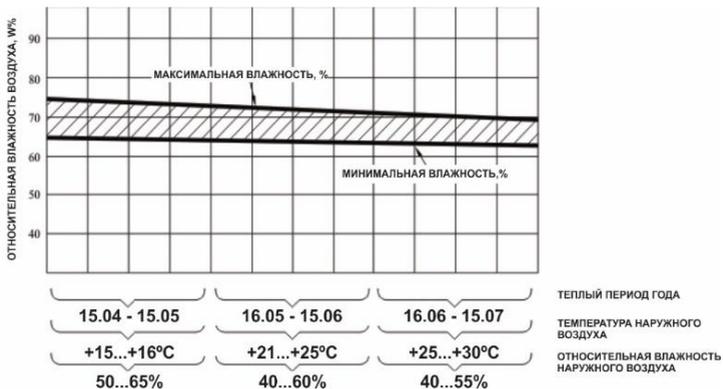


б.

Гистограмма и кривая распределения вероятностей частоты температуры в коровнике (а- период отопления, б- теплый период).



а. Изменение относительно влажности воздуха в коровнике в период отопления



б. Изменение относительно влажности воздуха в коровнике в теплый период



а. Изменение скорости движения воздуха в коровнике в период отопления



б. Изменение скорости движения воздуха в коровнике в теплый период

Рис.6. Результаты статистической обработки основных параметров микроклимата в коровнике

Основные параметры микроклимата коровника на основе экспериментальных исследований даны в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры микроклимата коровника

Параметры	Эмпирические формулы, характерные зоны, содержания животных	Статистические показатели	
		$\bar{t}, \bar{w}, \bar{v}, \bar{\phi}$	$\sigma_t, \sigma_w, \sigma_v, \sigma_{\phi}$
Темпер. воздуха °С: период отопления	$f(t^0) = \frac{1}{1,17 \sqrt{2\pi}} \exp \left[ - \frac{(t-17,696)^2}{2(1,17)^2} \right]$	17,676	1,17
теплый период	$f(t^1) = \frac{1}{3,3 \sqrt{2\pi}} \exp \left[ - \frac{(t-23,33)^2}{2(3,3)^2} \right]$	23,33	3,3
Отн. влаж. воздуха, % период отопления	$w_{\tau}^{max} = 85,5 + 0,7 \cdot \tau_i$ $w_{\tau}^{min} = 75 + 3,1 \cdot \tau_i$	80,25	6,79
теплый период	$w_{\tau}^{max} = 71,6 - 1,5 \cdot \tau_i$ $w_{\tau}^{min} = 62,6 - 0,75 \cdot \tau_i$	67,0	5,58
Скор. движ. возд. во			

время кормл, м/с: период отопления теплый период скор. движ.возд.во время стойла, м/с: с 8 <sup>10</sup> по 16 <sup>40</sup> с 7 <sup>10</sup> по 16 <sup>20</sup>	$v_i^0 = -4,929 + 1,6178 \cdot \tau - 0,1195 \cdot \tau_i^2$	0,398 ± 0,119	29,89
	$v_i^T = -1,725 + 0,719 \cdot \tau - 0,614 \cdot \tau_i^2$	0,263 ± 0,058	22
	Стойловое содерж. животных	0,235	
	Стойловое содерж. животных	0,234	
Газов.сост.возд: углекислый газ, % :	на уровне стояния животных	0,199	0,0423
	на уровне ниже 0,6м от потолка	0,209	0,0418
аммиак, мг/л:	на уровне стояния животных	0,125	0,0283
	на уровне ниже 0,6м от потолка	0,177	0,0294
сероводород, мг/л :	на уровне стояния животных	0,0033	0,00069
	на уровне ниже 0,6м от потолка	0,0045	0,00076
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Освещенность коровника, лк	на уровне 1,5м от пола	158,96	2,562
	на уровне 0,6-0,7м от пола	150,5	2,376
Защитное заземление, Ом	Сопротивление защитного Заземления	4	
Шум, дБ	При одновременной работе Электроустановок	80	± 5

Результаты исследования показывают, что средняя температура в коровнике СКХ «Ветка» за период отопления (15.11 - 15.03) была равна  $17,696 \text{ }^\circ\text{C} \pm \sigma_t$  ( $\sigma_t = 1,17^\circ\text{C}$ ), а в теплый период (15.04 - 15.07)  $\bar{t} = 23,33 \text{ }^\circ\text{C} \pm \sigma_t$  ( $\sigma_t = 3,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

В морозные дни, когда температура наружного воздуха достигала -11...-13 $^\circ\text{C}$  (16.01 - 15.02) в торцевых концах коровника и в зоне ворот за счет отсутствия тамбуров и плохо утепленных торцевых ворот температура понижалась до +4...-6 $^\circ\text{C}$ .

Использование электроколориферов в коровнике требует больших затрат электроэнергии. В переходные периоды (15.11-15.12) и (16.02 - 15.03), когда температура наружного воздуха изменяется в пределах +4...-9 $^\circ\text{C}$ , расход электроэнергии составил 2880 кВт/ч. В холодные периоды (16.12 - 16.01.) и (16.01 -15.02), когда температура наружного воздуха изменяется в пределах -5...-13 $^\circ\text{C}$ , фактический расход электроэнергии составил 74112 кВт/ч. Эти расходы электроэнергии показывают, что эксплуатация электроколориферов в коровнике приводят к дополнительным затратам, что ограничивает их применение в животноводческих помещениях.

Предлагаемая нами система обогрева коровника предусматривает использование биогазовой установки как источник электрической и тепловой энергии. При этом использование электроэнергии от линии, электропередач полностью заменяется путем применения анаэробной технологии переработки навоза как собственное сырье для биогазовой установки.

По данным исследований средняя относительная влажность воздуха в коровнике в период отопления составил  $80,25 \text{ \%} \pm \sigma_w$  ( $\sigma_w = 6,79\%$ ). Высокая

относительная влажность (86...87 %) наблюдалась в холодные и влажные дни (16.01–15.03). В таких условиях на потолке, стенах образовался конденсат. Более высокая относительная влажность воздуха имело место во время подмывания вымени коров, и когда вентиляционная установка отключена.

Как показали результаты опытов, скорость движения воздуха внутри коровника зависит от температуры и влажности. Если температура и влажность воздуха в коровнике в норме, то скорость движения воздуха также не превышает нормы (0,18...0,25 м/с).

Вредные газы как углекислый газ, аммиак и сероводород оказывает токсическое воздействие на организм, вызывает изменения в крови и отрицательно действуют на нервную систему. Из данных экспериментальных исследований содержание углекислого газа на уровне 0,6 м от потолка равная  $0,209 \pm 0,0418$  % больше допустимого. Такое содержание наблюдается ранним утром ( $5^{10}$ -  $8^{10}$ ). Содержание углекислого газа, аммиака и сероводорода на уровне стояния животных (1,5 м от пола) в основном находилась в допустимых пределах. Увеличения содержания вредных газов в воздушной среде коровника наблюдается в часы кормления и доения.

При нехватке естественной освещенности дополнительно используется искусственное освещение. По данным экспериментов среднее значение освещенности коровника на уровне 1,5 м от пола составляет 158,96 лк со среднеквадратическими отклонениями  $\pm 0,562$  лк, на уровне 0,6-0,7 м от пола -  $150,5 \pm 2,376$  лк. Эти показатели вполне отвечают требованиям норм освещенности коровника.

Благодаря защитному заземлению в виде искусственного заземлителя, сопротивление которого выбирается в зависимости от напряжения и типа электроустановок и не превышало 4 Ом.

Параметры шума, в коровнике создаваемые вентиляционными установками, кондиционерами и доильными установками не превышает  $80 \pm 5$  дБ.

Экономическое обоснование и расчет экономической эффективности работы осуществлено по общепринятой методике.

Годовой экономический эффект составляет 267271,5 сомов из расчета на 1 коровник с содержанием 200-240 коров.

## **ВЫВОДЫ**

1. Промышленные системы обогрева и вентиляции воздуха животноводческих помещений являются энергоемкими. Доля затрат энергии на вентиляцию и обогрев составляет 40-60 %, что ограничивает их применение в животноводческих помещениях.

2. Предлагаемая техническая система улучшения условий труда и микроклимата коровника представлена функционирующей в времени биотехнической системой, состоящей из технических средств обогрева,

вентиляции и кондиционирования воздуха, обеспечивающая взаимодействие с окружающей средой и животными через микроклимат. Источником тепловой и электрической энергии для функционирования системы является биогазовая установка, как автономный источник использующей собственное сырье (навоз) и как регулирующий элемент функционирования системы.

3. Рассматривая из множества биотехнической системы, подсистему «человек – животноводческое помещение – окружающая среда» сформулированы предмет и объект исследования, установлены параметрические взаимосвязи между элементом системы, а также критерий ее эффективности – снижение стоимости электроэнергии.

4. Обоснованы основные параметры и режимы работы технических систем, путем исследования биотехнической системы в двух вариантах: «тепло животных – тепловая энергия отопительного устройства – микроклимат» и «тепло животных – вентилятор – микроклимат». Аналитическим методом выведены формулы теплового баланса коровника (15) для расчета теплопроизводительности отопительного устройства, тепловой мощности (16), потребного расхода биогаза (17), (18) и поверхности нагрева электрокалорифера (19).

5. Производственными опытами установлены параметры микроклимата коровника с поголовьем 200...240 дойных коров:

- средняя температура в период отопления  $17,696 \pm 1,17$  °С, в теплый период  $23,33 \pm 3,3$  °С, разница температур между различными точками и зонами коровника не превышает  $1,5 \dots 2$  °С;

- относительная влажность воздуха в период отопления  $80,25 \pm 6,79$  %, в теплый период  $67 \pm 5,57$  %. В холодные и влажные дни во время подмывания вымени коров относительная влажность воздуха максимальная  $86 \dots 87$  % что отрицательно влияет на здоровье персонала и животных.

- среднее значения скорости движения воздуха составляет  $0,235$  м/с (период отопления),  $0,234$  м/с (в теплый период года). Скорость движение воздуха может достигать до  $0,398 \pm 0,119$  м/с с коэффициентом вариации  $22 \dots 29,89$  %, когда торцевые ворота коровника открываются одновременно во время кормления животных. Такая скорость движения воздуха выше нормы ( $0,25$  м/с) приводит к простудным заболеваниям.

- содержание углекислого газа, аммиака и сероводорода на уровне  $1,5$  м от пола в норме, на уровне  $0,6$  от потолка составляет  $0,209 \pm 0,0418$  %, что больше допустимой нормы. Максимальное значение и увеличение содержание вредных газов в воздухе коровника наблюдается ранним утром и в часы кормления.

- среднее значение освещенности на уровне  $1,5$  м от пола составляет  $158,96 \pm 2,562$  лк, на уровне  $0,6 - 0,7$  м от пола -  $150,5 \pm 2,376$  лк. Нормативные показатели по освещенности соблюдены.

- сопротивление заземляющего устройства электроустановок не превышает  $4$  Ом, параметры шума не превышает  $80 \pm 5$  дБ.

6.Экономический эффект от внедрения предлагаемой технической системы улучшения условий труда и микроклимата коровника составляет 267271,2 сомов.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1.**Шабикова, Г.А.** Вентиляция животноводческих помещений [Текст]/Г.А. Шабикова //Наука и новые технологии, № 8–Бишкек: НиДХЛ,2013.-С.6- 7.

2.**Шабикова,Г.А.** Основы формирования микроклимата в животноводческих помещениях[Текст]/Г.А. Шабикова//Наука и новые технологии, № 8 - Бишкек: НиДХЛ,2013.-С.3-5.

3.**Шабикова,Г.А.** Динамические характеристики системы «человек – животноводческое помещение»[Текст]/ Г.А. Шабикова // Известия ВУЗов.№ 12 -Бишкек: НиДХЛ, 2014.-С.3-5.

4.**Шабикова,Г.А.** Условия труда в животноводстве и пути их улучшения[Текст]/Г.А.Шабикова//Известия ВУЗов №12- Бишкек:НиДХЛ,2014. -С.9-13.

5.**Шабикова,Г.А.** Пути снижения негативных факторов сельскохозяйственных агрегатов на окружающую среду [Текст]/Г.А. Шабикова, Ж.С. Абдимуратов, //Алтайский Государственный Аграрный Университет«Аграрная наука – сельскому хозяйству» X Международная научно-практическая конференция, Барнаул: 2015.-С.478-479.

6. **Шабикова,Г.А.** Поле опасностей и вредностей в животноводческом помещении [Текст]/Г.А. Шабикова ,Ы.Дж.Осмонов, Ж.С. Абдимуратов//Таджикистан, Академия наук, Наука и культура, выпуск 16 – Душанбе: 2015.- С.91- 98.

7.**Шабикова, Г.А.** Биогазовые установки и особенности их использования в Кыргызской Республике [Текст]/Г.А.Шабикова // Бишкек,Вестник МУК № 1,2015.-С.43- 44.

8.**Шабикова, Г.А.** Тепловой баланс человеческого организма и среды обитания [Текст]/Г.А.Шабикова// ИНЖЕНЕР научно– образовательный и производственный журнал, № 10 –Бишкек: 2015. - С.200-203.

9. **Шабикова, Г.А.** Модель обоснования параметров микроклимата производственных помещений[Текст]/Г.А Шабикова,Ы.Дж.Осмонов,Ж.С.Абдимуратов//Журнал Российской Академии Естествознания, Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 12, 2015. - С.1767-1769.

10. **Шабикова, Г.А.** Анализ негативных факторов производственных помещений сельхозкооперативов «Ветка» и им.Шопокова[Текст]/Г.А.Шабикова,Ж.С. Абдимуратов//«Вестник» КНАУ, № 4 , Бишкек: 2015. - С.116-120.

11. **Шабикова, Г.А.** Децентрализованная система обеспечения микроклимат животноводческих помещений [Текст] /Г.А. Шабикова// Вестник КРСУ № 5, Бишкек: КРСУ, 2016.- С.105-108.

12. **Шабикова, Г.А.** Способ аварийного эвакуационного освещения в производственных помещениях [Текст] /Г.А. Шабикова, Ж.С. Абдимуратов, Б.Ж. Жаныбекова// Вестник КРСУ, №5, Бишкек: КРСУ, 2016.- С.88-90.

13. **Шабикова, Г.А.** Особенности использования биогазовой установки в Кыргызстане [Текст] / Г.А. Шабикова, Ж.С. Абдимуратов, Н.Ы. Темирбаева // «Техносферная безопасность: наука и практика» матер. МНПК.- Бишкек: КРСУ, 2015.- С.198-200.

14. **Шабикова, Г.А.** Технологическая схема обеспечения микроклимата в коровнике сельхозкооператива «Ветка» [Текст] / Г.А Шабикова, Ы.Дж. Осмонов // Символ науки № 4 – Уфа: Омега-сайнс, 2016.-С.107- 111.

## РЕЗЮМЕ

диссертации **Шабиковой Гульмиры Аскарловны** на тему: «**Разработка технических систем улучшения условий труда и микроклимата в животноводческих помещениях сельхозкооперативов**» на соискания ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.20.01-Технологии и средства механизации сельского хозяйства**

**Ключевые слова:** микроклимат, условия труда, животноводческие помещения, техническая система, децентрализованная система, вентиляция, обогрев, кондиционирование, освещение, экспериментальные исследования.

**Объект исследования:** Техническая система обеспечения допустимых условий труда и микроклимата в животноводческом помещении сельхозкооператива.

**Цель исследования:** разработка и обоснование параметров технической системы обеспечивающего микроклимата в животноводческом помещении (коровнике) сельхозкооперативов с использованием энергии биогаза.

**Методы исследования:** использованы положения оптимального и адаптивного управления технологическими процессами, системный подход, математические методы моделирования, статистические методы и инженерные расчеты.

**Научная новизна:** Предложена новая конструктивно-технологическая схема обеспечения микроклимата в коровнике; Разработана биотехническая система: человек – машина – животное – производственная среда и ее подсистемы: человек – животное (Ч – Ж); человек – машина (Ч – М); человек – среда (Ч – С); человек – животное – машина (Ч – Ж – М). Обоснованы параметры систем вентиляции и обогрева коровника в зависимости метеорологических условий;

**Полученные результаты:** Разработана техническая система улучшения условий труда и параметров микроклимата коровника привязным содержанием 200-240 голов коров сельскохозяйственного кооператива «Ветка» Аламудунского района Кыргызской Республики с вовлечением энергии биомассы (навоза).

**Степень использования:** Результаты научно – исследовательских работ могут быть использованы и в других кооперативных хозяйствах Кыргызской Республики, а также в учебном процессе аграрных вузов.

**Шабикова Гулмира Аскаровнанын 05.20.01 – Айыл чарбасын механизациялаштыруу технологиялары жана каражаттары адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденүүгө “Айыл чарба кооперативдеринин малканаларындагы эмгек шарттарын жана микроклиматы жакшыртуучу техникалык тутумду иштеп чыгуу” темасындагы диссертациясына**

## **РЕЗЮМЕ**

**Түйүндүү сөздөр:** микроклимат, эмгек шарттары, малканалар, техникалык тутум, борбордон ажыратылган тутум, желдетүү, жылытуу, жарыктандыруу, эксперименттик изилдөөлөр.

**Изилдөөнүн объекти:** айыл чарба кооперативтеринин малканаларында жол берилген эмгек шарттарды жана микроклиматты камсыздоочу техникалык тутум.

**Изилдөөнүн максаты:** Биогаздын энергиясын пайдалануу менен айыл чарба кооперативинин малканаларында (уйкана) микроклиматты камсыздоочу техникалык тутумдун параметрлерин иштеп чыгуу жана негиздөө.

**Изилдөөнүн методдору:** Технологиялык процесстерди оптималдуу жана адаптивдүү башкаруунун жоболору, тутумдуу ыкма, математикалык моделдөө методдору, статистика методдору жана инженердик эсептөөлөр пайдаланылды.

**Илимий жаңычылыгы:** малканада микроклиматы камсыздоонун жаңы конструктивдүү – технологиялык схемасы сунушталды; адам – машина, мал – өнөржай чөйрөсү биоэкотехникалык тутуму жана анын тутумчалары: адам – мал ( $A - M$ ); адам – машина ( $A - M$ ), чөйрө (адам – чөйрө), адам – мал – машина ( $A - M - M$ ) иштелип чыкты. Метеорологиялык шарттарга жараша малкананын желдетүү жана жылытуу тутумдарынын параметрлери негизделди.

**Алынган натыйжалар:** биомассанын (кык энергиясын тартуу менен Кыргыз Республикасынын Чүй облусунун Аламүдүн районундагы “Ветка” айыл чарба кооперативинин 200-240 баш уй кармалган уйканасынын эмгек шарттарын жана микроклиматын жакшыртуучу техникалык тутуму иштелип чыкты.

**Колдонуу деңгээли:** Илимий-изилдөө иштеринин жыйынтыктарын Кыргыз Республикасындагы жана башка кооператив чарбаларында, ошондой эле агрардык жогорку окуу жайлардын окуу процесстеринде пайдаланууга болот.

## SUMMARY

**ShabikovaGulmira`s theses on a subject: «Development of technical systems of improvement of working conditions and a microclimate in livestock premises of agricultural cooperatives» on a degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 05.20.01- technologies and means of mechanization of agriculture.**

**Keywords:** a microclimate, working conditions, livestock rooms, technical system, the decentralized system, ventilations, heating, lighting, the pilot studies.

**Research object:** Technical system of providing admissible working conditions and a microclimate in livestock premises of agricultural cooperative.

**Research objective:** development and justifications of parameters of technical system of a microclimate in livestock premises (cowshed) of agricultural cooperatives with use of energy of biogas.

**Research techniques:** provisions of an optimum and adaptive control by technological processes, systems approach, and mathematical methods of model operations, statistical and engineering calculations are used.

**Scientific novelty:** The new design flow diagram of providing a microclimate in a cowshed is offered; The bioecotechnical system of people – the machine – an animal – the productions environment and its subsystems is developed: the person – an animal (p-a); the person – the machine (p-m); the person – environment (p-e);the person – an animal –the machine (p-a-c).Parameters of systems of ventilations and heating of a cowshed in dependence of weather conditions are reasonable.

**The received results:** The technical system of improvement of work and parameters of a microclimate of a cowshed with a fastened content of 200-240 heads of cows of «Vetka» agriculture cooperative ofAlamudunsky district of the Kyrgyz Republic with involvement of energy of biomass (dung) is developed.

**Extent of use:** Result of researches can be used in other cooperative farms of the Kyrgyz Republic, and in educations process of agrarian higher education`s institutions.



Подписано в печать 06. 04. 2017. Формат А5.  
Цифровая печать. Объем 1,5 п.л.  
Тираж 100 шт. Заказ 538.

Отпечатано в ОсОО «М –МАХІМА»  
720040, г. Бишкек, ул. Тыныстанова, 197/1