КЫРГЫЗСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ К.И. СКРЯБИНА

Кыргызско-российский Славянский университет имени Б.Н.Ельцина

**Диссертационный совет Д 05.19.596**

**на правах рукописи**

**УДК 631.171**

**Темирбаева Назгуль Ысмановна**

**Технология энерго- и теплоснабжения малых сельхозформирований на базе возобновляемых ресурсов**

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

**Ош-2019**

**Работа выполнена в Ошском технологическом университете имени М.М.Адышева на кафедре «Электроснабжение»**

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,

профессор **Смаилов Эльтар Абламетович**

Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент

**Курасов Владимир Станиславович**

кандидат технических наук, профессор

**Гасанов Халит Мамедович**

Ведущая организация: Таджикский аграрный университет им.Ш.Шотемура

Защита диссертации состоится 24 января 2020 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 05.19.596 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)540545, e-mail: knau-info@mail.ru

С диссертацией можно ознакомится в библиотеке Кыргызского Национального аграрного университета им.К.И.Скрябина по адресу: 720005, г.Бишкек, ул.Медерова 68, [www.knau.kg](http://www.knau.kg)

Ученый секретарь

диссертационного совета

к.т.н., доцент Б.С.Токтоналиев

**Общая характеристика работы**

**Актуальность**: Надежное энергоснабжение малых сельхоз формирований страны путем активного вовлечения в энерго баланс возобновляемых энергоресурсов - одна из актуальных задач аграрной науки.

В мировой практике энергия полученная на базе возобновляемых источников назван единым термином «экоэнергетика» при этом подразумевается любые методы получения чистой энергии не вызывающие загрязнение окружающей среды. Общий вклад «экоэнергетики» в мировом энергобалансе составляет около 20%. Конкурентоспособность энергоснабжения на базе возобновляемых источников энергии ежегодно повышается. В 2000году 189 стран-членов ООН приняли Декларацию тысячелетия, в который обозначены 8 целей, 7 из которых связаны с использованием возобновляемых источников энергии.

Использование возобновляемых и экологически чистых источников энергии в объектах сельского хозяйства имеют свои особенности обусловленные территориальной рассредоточенностью потребителей, их малой энергоемкостью и необходимостью автономного энергоснабжения, в связи с нерентабельностью подвода централизованных линий электропередач на отдаленные хозяйства. На территории Кыргызской Республики значительными ресурсами обладают солнечная энергия, малые реки и биомасса. Однако доля использования данных видов ресурсов в энергобалансе республики составляет менее чем 1%.

На высоте до 2000 метра над уровнем моря, в зоне постоянного проживания населения, прямая солнечная радиация колеблется 0,3 до 0,6 кВт·ч/м2. 1м2 солнечного теплового коллектора может дать 500-600 Вт/ч и может генерировать в год 1028-1278 кВт·ч энергии. Суммарный гидротехнический потенциал малых рек, со средними расходами воды от 0,3 до 50 м3/с может составить в пределах 5 млрд. кВт·ч электроэнергии в год. Потенциал использования биомассы оценивается около 110 млн. м3 биогаза и 5,4 млн. тонн биоудобрения в год. При этом будет предотвращен выброс около 214 млн. м3 парниковых газов.

Использовать эти виды энергии с целью снабжения малых сельхоз формирований электроэнергией, теплом, горячей водой и холодом является приоритетной задачей.

Анализ современного состояния энергоснабжения малых сельхоз формирований и рыночные условия показывают, что одним из путей расширения функциональных возможностей гелиоэнергетических установок- солнечных коллекторов, биогазовых установок и микро ГЭС является создание и внедрение технологий на базе комбинированных систем энергоснабжения, с разработкой мини техники и технологического оборудования как автономные малоэнергоемкие потребители. Создание подобных комбинированных систем продиктовано необходимостью комбинирования традиционного энергоснабжения с различными нетрадиционными системами для повышения показателей энерго- эффективности и энергосбережения.

**Связь системы диссертации с приоритетными научными направлениями:** диссертационная работа выполнена в соответствии с отраслевыми научно-техническими программами: Министерства образования и науки Кыргызской Республики «Механизация технологических процессов в сельском хозяйстве, испытание возобновляемых источников энергии» (договор № ДН-11) и «Разработка технологии и технических средств энерго - и теплоснабжения фермерских хозяйств с использованием возобновляемых источников энергии» (договор №0Н-33/14).

**Цель и задачи исследования.** Целью исследования является создание технологии энергоснабжения малых сельхозформирований с активным вовлечением возобновляемых ресурсов и разработка мини техники как автономные малоэнергоемкие потребители.

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

- провести анализ состояния, перспективы и потенциал использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве Кыргызстана, выявить особенности энергоснабжения малых сельхозформирований и их взаимосвязи;

-разработать комбинированную систему энергоснабжения фермерских хозяйств на базе возобновляемых источников энергии, где традиционное электроснабжение использовано для выравнивания случайных возмущений. Выявить количественные и качественные взаимосвязи между источниками и потребителями энергии;

- обосновать выбор энергетических средств тепло, электро и хладоснабжения фермерского хозяйства, имеющее животноводческие помещения, теплицу, хранилища сельскохозяйственной продукции и жилой дом. Разработать принципы моделирования и математические модели функционирования источников и потребителей энергии во времени;

- обосновать выбор и конструктивно-технологические схемы мини техники и технологического оборудования для фермерского хозяйства животноводческого направления. Вывести аналитические зависимости расчета потребляемой мощности электроэнергии и ее потерь, биогаза и технико- экономических показателей предлагаемой технологии.

**Объектом и предметом исследования** послужили закономерности функционирования следующих энергетических средств и технологического оборудования комбинированной технологии энергоснабжения малых формирований: гелиоэнергетическая установка, солнечный коллектор, биогазовая установка, микро ГЭС, мини установка для стрижки овец (патент КG №168), устройство для приготовления кумыса (патент КG №166), устройство для создания микроклимата в коровнике (патент КG №167).

**Научная новизна работы:**

Предложена технология энергоснабжения малых сельхозформирований на основе комбинированного использования солнечной энергии, биогаза и традиционной электроэнергии (в условиях стационарной жизнедеятельности) и энергии малых рек (в пастбищных условиях).

Разработана математическая модель накопления навоза в животноводческих помещениях, где входные и выходные параметры учтены векторами - функций условий работы навозоуборочного транспортера и показателей работы биогазовой установки, позволившая вывести уравнение для описания динамики суточного накопления навоза и основные зависимости для обоснования параметров биогазовой установки.

Выведено уравнение для описания закономерности изменения солнечной радиации в течении года в зависимости от географической широты местности на основе анализа данных СНиП КР 23-02-00 «Строительная климатология». Установлено, что данная закономерность подчиняется нормальному закону распределения.

**Практическая значимость исследований:** Разработанная технология энергоснабжения малых сельхозформирований может быть использована в автономной системе. Предложенные мини установки с электрическим приводом от микро ГЭС приспособлены как к стационарным так и к пастбищным условиям. Результаты исследований внедрены в сельхозкооперативе им.Шопокова Сокулукского района (участок №2) и Общественный фонд «ФЛЮИД», а также использованы в учебном процессе агарных ВУЗов. Эмпирические формулы могут быть использованы для выбора мест размещения солнечных коллекторов и обосновать параметры биогазовой установки. Технология позволяет улучшить жизнедеятельность малых сельхозформирований обеспечит энергоснабжение и снижает экологическую нагрузку на окружающую среду.

**Экономическая значимость полученных результатов**. Предлагаемая технология энергоснабжения фермерского хозяйства обеспечивает электро энергией на 40,3-57,4% от общего потребления, за счет использования возобновляемых источников энергии. Годовая экономия от использовании данной технологии составляет 53244…65261сом.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

**-** технология энергоснабжения малых сельхозформирований на базе комбинированного использования солнечной энергии, энергии биогаза и микро ГЭС, а также традиционной электрической энергии;

-математическая модель, описывающая процесс накопления навоза в животноводческих помещениях, эмпирическое уравнение для описания динамики суточного накопления навоза, зависимости для определения основных параметров биогазовой установки;

-эмпирические уравнения описывающие закономерности изменения солнечной радиации в зависимости от географической широты местности, в течении года и ее закон распределения.

**Личный вклад соискателя.** Сформулирована цель и решены задачи исследования, выполнены теоретические и экспериментальные исследования, разработана технология энергоснабжения малых сельхозформирований на базе возобновляемых энергоресурсов с рациональным сочетанием и традиционным способом.

**Апробация работы:** Основные положения и результаты выполненной диссертационной работы были доложены: международных научно- практических конференциях посвященных: 20-летию землеустроительного образования в Кыргызской Республике (Бишкек, КНАУ 2011г.); 60 летию образования Инженерно–технического факультета Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина (Бишкек, КНАУ 2012г); «Горы и климат» (Бишкек, КНАУ, 2012 г.); 80- летию образования КНАУ (Бишкек, КНАУ 2013г.); «Аграрная наука сельскому хозяйству» (Алтайский государственный аграрный университет (Барнаул, 2014г.); 90-летию со дня рождения Заслуженного экономиста КР Э.И. Арабаева (Бишкек, КНАУ, 2014г.); «Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы» Башкирский государственный аграрный университет (УФА, 2014г); 75-летию со дня рождения профессора Э.С. Нусупова (Бишкек, институт машиноведения НАН КР, 2015г.); «Техносферная безопасность: Наука и практика» (Бишкек, КРСУ, 2015 г.); Международная зимняя школа «Инновационные технологии и технические средства в сельском хозяйстве», доклад на тему: «Высокотехнологичная биогазовая установка для фермерских хозяйств». (Алматы, Каз НАУ, 2019г.).

**Публикация работы:** Основное содержание работы опубликовано в 26 печатных работах, из них 4 в изданиях зарубежных РИНЦ, 15 в изданиях РИНЦ Кыргызской Республики, в том числе получены 3 патентов Кыргызской Республики, 6 работ опубликованы единолично.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, основной части в четырех главах, выводов, списка использованных источников из 143 наименований и 6 приложений. Работа изложена на 155 страницах компьютерного текста, содержит 33 рисунков, 21 таблиц.

**Основное содержание работы**

**Во введении** отражены актуальность темы, цель и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость и основные положения выносимые на защиту.

**В первой главе**: «Состояния вопроса и задачи исследования» на основе аналитического обзора научно-технической литературы показана мировая тенденция использования возобновляемых источников энергии. Отмечено, что научно-технический прогресс, появление новых технологий и материалов повышает конкурентоспособность возобновляемых источников энергии является основными показателями энергоэффективности и энергосбережения. Такая тенденция проявляется в развитых странах.

Также показана необходимость разработки энергосберегающих технологий на базе возобновляемых энергоресурсов для сельских товаропроизводителей, значимость которой диктуется особенностями сельскохозяйственного производства: территориальная рассредоточенность и нерентабельность подвода централизованных линий электропередач на отдаленные потребители, их не высокая мощность; равномерные распределение и доступность возобновляемых ресурсов на территории земель сельскохозяйственного назначения; сезонный характер выполняемых работ, наличие пастбищного содержания животных и жизнедеятельности животноводов; зависимость от погодных условий; различные способы содержания животных в зависимости от вида, породы, половозрастных групп и т.п.

Мониторинг технических средств преобразующих энергию возобновляемых ресурсов показывает, что наиболее технически подготовлены и активно конкурируют на рынке зарубежные разработки (фирма МНТО ИНЦет, АО «Солто», НПП «Конкурент», НПО «Машиностроение», ОсОО «Гидропоника»), разработки (Р.А. Омарова, Е.С.Умбетова, И.Е. Семенова, Я. А. Цицкуридзе, М.Д. Азатян и др.) Также имеются разработки отечественных исследователей: А.Д. Обозов, В.И.Липкин, А.Г. Веденев, В.А. Бударин, С.К. Кыдыралиев, Б.А.Картанбаев, В.Н Рыжков и др.

Основная задача - путем использования мирового опыта, освоения и адаптации зарубежных и отечественных технических средств преобразующих нетрадиционные источники энергии, разработка технологии электроснабжения малых сельхозформирований с учетом географических и климатических особенностей республики. Исходя из изложенного, сформулированы цель и задачи исследования.

**Во второй главе**  «Методика экспериментальных исследований и анализ результатов» на базе теоретических предпосылок и экспериментов выполнены обоснование выбора основных параметров технических средств преобразующих возобновляемые источники энергии. При этом широко использованы методы статистического моделирования.

1. Статистика накопления навоза для выбора объема реактора биогазовой установки по экспериментальным данным приведена в таблице 1.

Таблица 1.Статистический ряд поступления навоза в навозосборник в течении одной сутки

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № разряда | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | N |
| Границы разряда Мi-1-Mi , т | 2-2,2 | 2,3-2,5 | 2,6-2,8 | 2,9-3,1 | 3,2-3,4 |  |
| Среднее значение разряда , т | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 3,0 | 3,3 |  |
| Численность разряда, mi | 4 | 15 | 41 | 11 | 3 | 74 |
| Частота разряда | 0,054 | 0,203 | 0,554 | 0,149 | 0,041 |  |

График плотности распределения навоза в течении сутки имеет следующий вид:

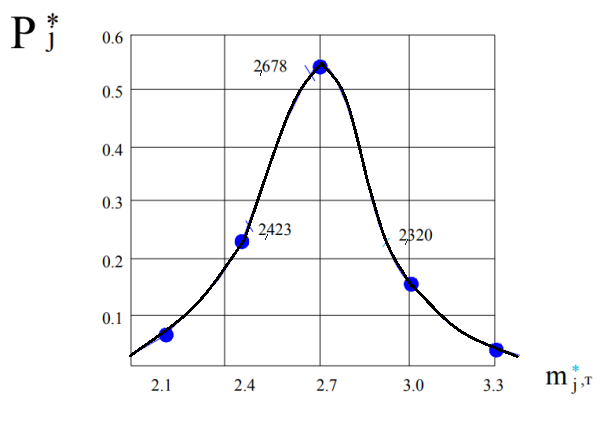


Рисунок 1.Плотность распределения навоза в течении сутки ( – частота, mi- масса навоза)

Для определения коэффициентов уравнения данной параболической функции выделим следующие характерные точки:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| I | 0 | 1 | 2 |
| xi | 1 | 12 | 24 |
| yi | 2,423 | 2,678 | 2,320 |

Формула Лагранжа позволяет определить коэффициенты уравнения для каждой характерной точки.

(1)

(2)

Путем вычисления коэффициентов имеем:

или

, (3)

где – масса навоза, кг;

t –время накопления навоза, ч.

Уравнение (3) описывает динамику суточного накопления навоза во времени.

Статистические показатели m и σ позволили определить вместимость навозосборника Vнс и массу навоза из расчета на одну корову m1:

, (4)

, (5)

где - плотность навоза, кг/м3, (=1010-1020 кг/м3 при влажности 85-

87%);

– количество коров в стойле, голов.

Расчет данных параметров дали следующие результаты:

= 2,8…2,9 м3; =44,87…54,31 кг.

Показатели m и δ также позволили определить объем реактора биогазовой установки с учетом режима сбраживания:

при термофильном режиме сбраживания:

, (6)

при мезофильном режиме сбраживания:

, (7)

где , – «время оборота реактора» соотвественно при термофильном и

мезофильном режиме =7,5 суток, =12,5 суток.

Для выбранного фермерского хозяйства объемы биореакторов при термофильном и мезофильном режимах сбраживания соответственно составляет =17,90 м3 и =29,83 м3. Как видно, при термофильном режиме удалось уменьшить объем биореактора на 11,93 м3 за счет более высокой температуры внутри реактора. (-=11,93 м3).

1. Статистика суточного потребления электрической энергии фермерским хозяйством приведены в графиках (рис.2 а, 2 б, 2 в), которые послужили исходным материалом при выборе мощности источников электрической энергии.

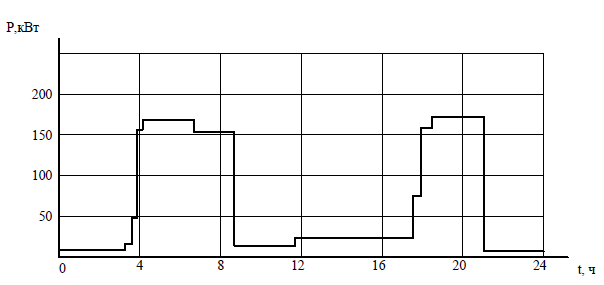


Рисунок 2а. Суточный график электрической нагрузки (период отопления)

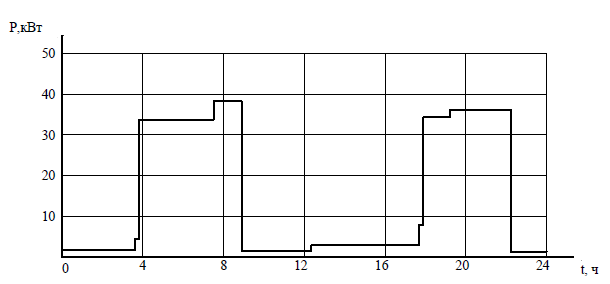


Рисунок 2 б. Суточный график электрической нагрузки (период без отопления)

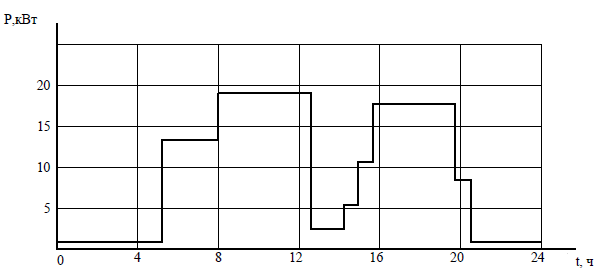


Рисунок 2 в. Суточный график электрической нагрузки (пастбищный период)

Для анализа суточных графиков электрической нагрузки использован метод коэффициента одновременности К0. Расчетная наргузка однородных потребителей определены по формуле:

, (8)

где – коэффициент одновременности, =0,85;

- сумма мощностей однородных потребителей, кВт.

Р=0,85·170=144,5 кВт (период отопления); Р=0,85·38=32,3 кВт (период без отопления); Р=0,85·18=15,3 кВт (пастбищный период);

Используя метод попарного суммирования определена расчетная нагрузка неоднородных потребителей:

, (9)

где – наибольшая из слагаемых нагрузок, кВт;

– добавка к меньшей слагаемой нагрузке, кВт, =+3кВт

=170+3=173 кВт (период отопления); =38+3=41 кВт (период без отопления); =18+3=21 кВт (пастбищный период)

Таким образом максимальная потребность фермерского хозяйства в электроэнергии в период отопления составляет 144…173 кВт при коэффициенте одновременности К0 =0,85 с учетом добавки к меньшей слагаемой нагрузке +3 кВт. В периоды без отопления и пастбищный потребность в электроэнергии соответственно составляет 32…41 кВт и 15…21 кВт. Данные величины использованы при выборе суммарной нагрузки на линии электропередач.

Суточный график электрической нагрузки в пастбищный период (рисунок 2в) показывает, что в фермерском хозяйстве максимальная потребность электроэнергии на технологические нужды при одновременном их выполнении составляет 24,16 кВт, а с учетом бытового потребления потребность в электроэнергии равно 24,16+20,8=44,96 кВт.

При выборе микро ГЭС необходимо обратить внимание на привод электрических машин, где имеются электродвигатели. При запуске электродвигателя пусковой ток может увеличиться в 3-5 раз по сравнению с номинальной. Одновременное включение нескольких электродвигателей может привести к росту нагрузки на микро ГЭС на короткий период времени, что негативно может сказаться на ее работе.

С учетом указанных факторов нами выбран низконапорный микро ГЭС мощностью до 30 кВт на основе двухкратной турбины и асинхронным генератором с самовозбуждением и с использованием инвертора напряжения сети.

Разлагая данные СНиП КР 23-02-00 «Строительная климатология» на детерминированные составляющие получены зависимость изменения солнечной радиации от географической широты (град.с.ш.) местности в течении года (рисунок 3), уравнение для описания закономерности изменения солнечной радиации (10) и закон распределения (11):

, (10)

*.* (11)

Максимальная солнечная радиация наблюдается в месяцы: май-июнь-июль и составляет 235,4-244,1 кВт·ч/м2·мес (846,76-878,06 мДж/м2·мес). В месяцы январь-апрель радиация изменяется в пределах 40,3-183,3 кВт·ч/м2·мес (144,96-659,35 мДж/м2·мес). В месяцы август-декабрь в пределах 196,7-33,8 кВт·ч/м2·мес (707,55-121,58 мДж/м2·мес).

Эмпирические уравнения (10) и (11) и зависимость (рисунок 4) использованы для выбора мощности гелиоэнергетических устройств и солнечных коллекторов и мест их размещения в фермерском хозяйстве.

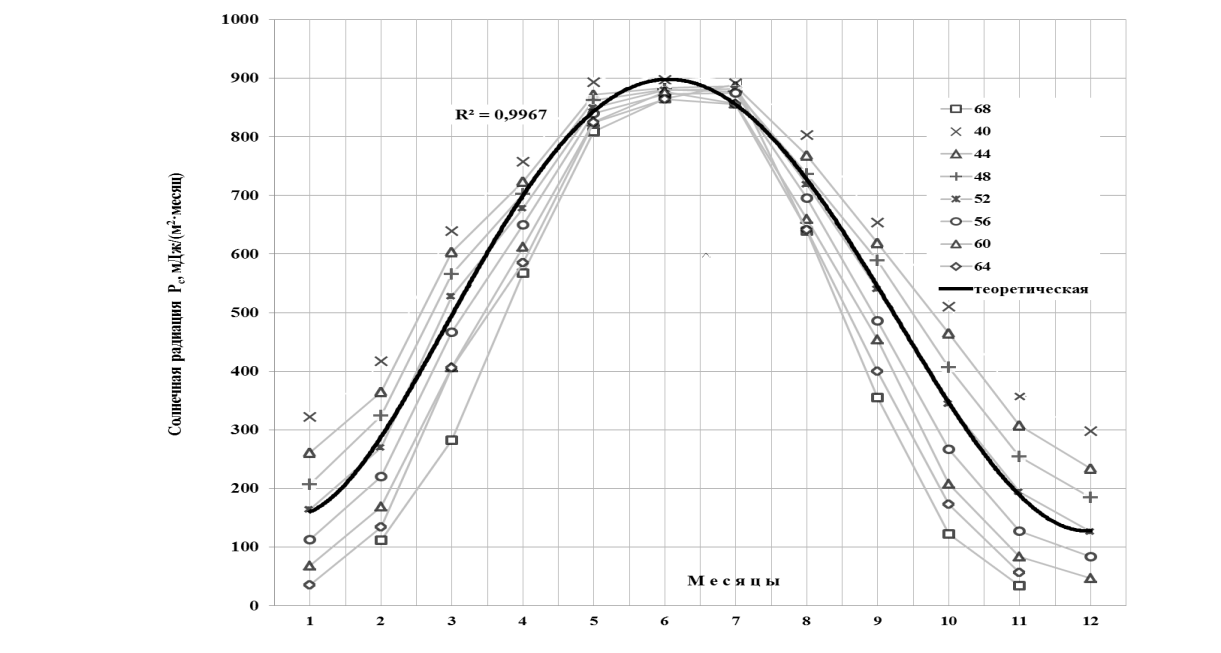
t, месяцы

Рисунок 3. Зависимость изменения солнечной радиации Рс от географической широты (град.с.ш.) местности в течении года

Важное значение для повышения эффективности электроснабжения фермерских хозяйств имеют мероприятия по снижению потерь электроэнергии и ее рациональное использование. Наиболее распространенной в практике методикой расчета потерь мощности и электроэнергии, является методика расчета потерь напряжения до наиболее электрически удаленной от источника точки сети. При этом более полно учитывается неравномерность загрузки фаз. Для повышения точности расчетов собраны исходные материалы с заданной достоверностью путем проведения контрольных измерений уровней напряжения и фазных токов в наиболее электрически удаленной точке сети в периоды максимума нагрузки. Результаты расчетов занесены в таблицу 2.

Таблица 2. Расчетные показатели потерь электроэнергии в фермерском хозяйстве

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Показатели | Расчетная формула | Значение показателя |
| 1 | Средние удельные потери электроэнергии, кВт ·ч |  | 1,747 |
| 2 | Средние относительные потери электроэнергии, % |  | 5,43 |
| 3 | Коэффициент связи относительных потерь мощности с относительными потерями напряжения |  | 0,922 |
| 4 | Коэффициент дополнительных потерь |  | 1,001 |
| 5 | Средняя относительная величина потерь напряжения для сети, % |  | 5,89 |
| 6 | Средние удельные потери мощности, Вт/км |  | 1,747 |

1. Потребность фермерского хозяйства в биогазе.

В фермерском хозяйстве биогаз используется для обогрева дома фермера и коровника (другие животноводческие помещения не обогреваются), подогрева сырья в реакторе биогазовой установки, воды для мойки вымени коров и приготовления пищи.

Необходимый объем биогаза для отопления дома фермера установлена в зависимости от объема жилой площади дома и нормативной температуры в жилых комнатах(22…23°С). Суммарная жилая площадь дома фермера составляет 148 м2.

Расход биогаза для отопления дома фермера суммарным объемом 148·1,7=251,6 м3 в зависимости от температуры наружного воздуха (t°C) составляет 22,2…29,6 м3 (при t°=-5…-10°С); 31,0…34,04 м3 (при t°=-11…-15°С); 36,0…38,48 м3 (при t°>-15°С).

Условная графическая интерпретация данных величин позволило определить расход биогаза в зависимости от температуры наружного воздуха за весь период отопления дома фермера(рисунок 4).

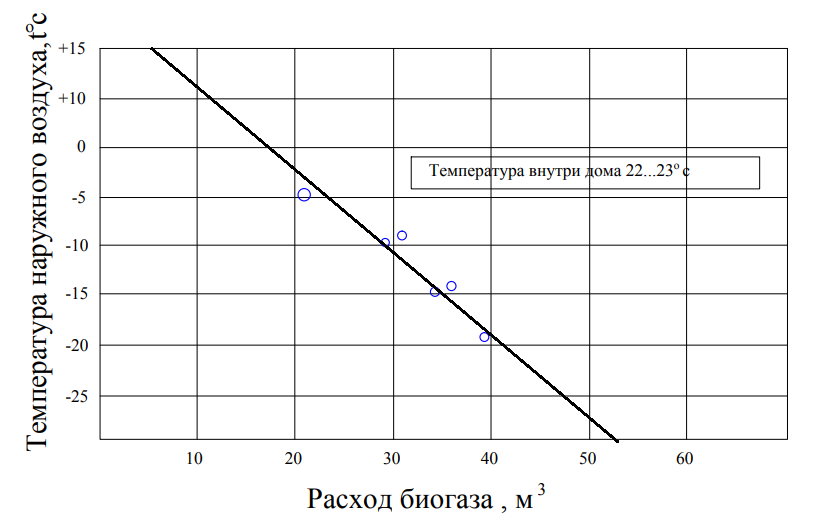


Рисунок 4. Расход биогаза на отопление дома фермера в зависимости от температуры наружного воздуха

Анализ данного графика выражается вероятностными пределами отклонения фактической величины от расчетной, соответствующие доверительному интервалу. Следовательно, точность расхода биогаза может быть рассчитана по формулам математической статистики. Поскольку вероятность появления всех рассматриваемых событий в данном случае рассматривается по прямолинейному тренду и следовательно они равны.

Продолжительность отопительного периода составил Д0 =173 дней. За этот период на отопление дома израсходовано в зависимости от температуры наружного воздуха, всего БГ=40309…48440биогаза. В расчете на 1 объема помещения, расход биогаза в среднем составляет =0,131…0,157 . Средний часовой расход биогаза для дома фермера за отопительный период равно =10,064…11,98 кг/ч.

Зона расхода биогаза для отопления дома фермера за период отопления и изменения часового расхода биогаза за данный период представлена на рисунке 5.

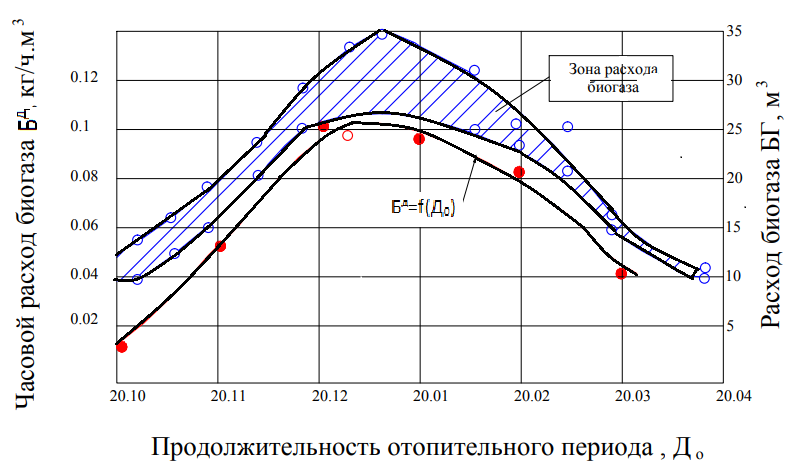


Рисунок 5. Зона расхода и часовой расход биогаза (Бд=f(Д0)) для отопления дома фермера за отопительный период

При непрерывной подаче биогаза на отопление дома фермера часовой расход биогаза определена по формуле:

; (12)

где -плотность биогаза (=1,2кг /).

Потребный расход биогаза для обогрева коровника установлен путем определения тепловой мощности отопительного устройства. Нормативная температура внутри коровника, согласно НТП-1-99 «Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота» составляет tн= 10-12°С.

Коровник фермерского хозяйства имеет стандартное строение из силикатного кирпича и чердачного покрытия из железобетонных плит с битумным покрытием.

Для коровников со стандартным строением, при расчете теплового потока (кДж) необходимое для поддержания заданной нормативной температуры воздуха рекомендовано зависимость следующего вида:

, (13)

где - площадь ограждения коровника, м2;

- площадь чердачного покрытия коровника,;

- расчетный воздухообмен коровника, /ч;

- число коров, голов.

- температура атмосферного воздуха расчетного периода, °С;

- продолжительность обогрева коровника, ч.

Тепловая мощность отопительного устройства определено зависимостью:

( (14)

С учетом фактических величин : =390, =900 , W=9000 (из расчета 15 на 1ц массы животного взрослого скота) n=54 коров имеем: =691925 кДж, =16,016 кВт.

Отсюда необходимый расход биогаза определяется зависимостью:

= (15)

где - теплотворная способность биогаза, кДж/; (

- низшая теплота сгорания биогаза кДж/кг, ,.

, ρг =1,2

Тепловая мощность отопительного устройства для подогрева сырья в биореакторе биогазовой установки определена зависимостью

(15)

где - удельная теплоемкость биомассы, кДж/кг;

-масса биомассы, кг;

- удельная теплоемкость биогаза, кДж/кг·ч;

-масса биогаза в газгольдере, кг;

-удельная теплоемкость стального корпуса реактора,кДж/кг·ч ;

-масса корпуса реактора, кг;

-начальная и конечная температуры биомассы в биореакторе, ;

- к.п.д отопительного устройства;

- к.п.д теплообменника;

- время нагрева биомассы в биореакторе, ч;

Для расчета тепловой мощности отопительного устройства использованы следующие известные физические величины и данные исходя из конструкции и режима работы биогазовой установки:4,06 кДж/кг; =2·5,96=11,9212000кг ( в соответствии с исходными требованиями на биогазовую установку принять режим сбраживания термофильный (=52-540,5С); загрузка биореактора биомассой осуществляется на 2/3 от его объема, рекомендуемый объём биореактора для выбранного хозяйства равно ); ­­­­­=2,34кДж/кг·ч; =V·=5·1,2=6кг; =0,46кДж/кг·ч; =3700кг ; = 0,68; =0,92; =10 ; 5-10 суток в зависимости от температуры наружного воздуха.

Расчетное значение тепловой мощности отопительного устройства для подогрева сырья в биореакторе равно 8,21кВт. При этом расход биогаза или 8,08 (продолжительность подогрева реактора составляет 8,2 час ).

По данным хронометражных исследований семья фермера из восьми человек для приготовления пищи в день потребляет биогаз 5,2…6,24 м3. Часовой расход биогаза для приготовления пищи составляет: Б=5,2 …6,24 : 5,5 =0,945 …1,134 м3/ч (где 5,5 суммарное время приготовления пищи за сутки 1 час).

Суммарное потребление фермерского хозяйства биогаза и расход биогаза для подогрева сырья в биореакторе (собственные нужды) приведены в таблице 3.

Таблица 3.Потребление фермерского хозяйства биогаза и расход биогаза на собственные нужды (подогрев биомассы)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Потребители биогаза | Потребность биогаза за сутки, | Часовой расход биогаза кг/ч |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Газовая плита  трехразовое приготовление пищи для семьи из 8 человек | 5,2……6,24 | 1,134…1,36 |
| 2. Отопительные устройства дома (суммарная жилая площадь дома фермера 148 ) | 22,2…29,6(t=-5…-10)  31,0…34,04(t=-11...-15)  36,0...38,48(t=-16) | 11,716…14,081 |
| 3. Отопительные устройства для обогрева коровника | 23,04 | 1,92·1,2=2,304 |
| 4. Устройство для подогрева биореактора (объём биореактора 17,9) | 8,08 | 0,985·1,2=1,182 |

**В третьей главе**  «Технология энергоснабжения фермерских хозяйств» предложена комбинированная система как основа технологии энергоснабжения малых сельхозформирований (на примере фермерского хозяйства), функционирующая во времени(рисунок 6).

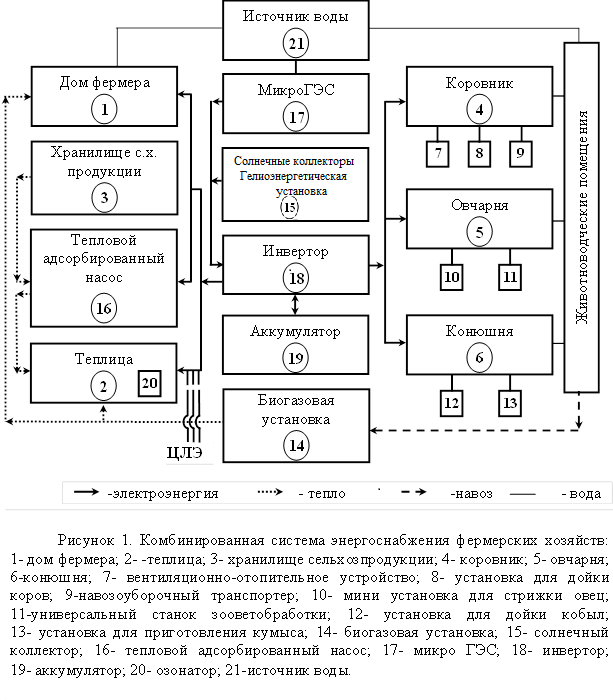


Рисунок 6. Блок-схема системы энергоснабжения фермерских хозяйств: 1‑ дом фермера; 2‑ -теплица; 3‑ хранилище сельхозпродукции; 4‑ коровник; 5‑ овчарня; 6‑конюшня; 7‑ вентиляционно-отопительное устройство; 8‑ установка для дойки коров; 9‑навозоуборочный транспортер; 10‑ мини установка для стрижки овец и прессования шерсти; 11‑универсальный станок зооветобработки; 12‑ установка для дойки кобыл; 13‑ установка для приготовления кумыса; 14‑ биогазовая установка; 15‑ солнечный коллектор; 16‑ тепловой адсорбированный насос; 17‑ микро ГЭС; 18‑ инвертор; 19‑ аккумулятор; 20‑ озонатор; 21‑источник воды.

В комбинированной системе основными источниками электрической энергии являются гелиоэнергетическая установка и микро ГЭС 17. Эти источники обеспечивают потребности системы в электроэнергии, кроме установок для дойки коров 8 и навозоуборочного транспортера 9. Дополнительно к солнечному, осуществляется электрическое освещение теплицы в темное время суток, для увеличения длительности процессов фотосинтеза в растениях. Это ускоряет созревание урожая. Обеззараживание воздуха в теплице осуществляется озонатором 20. Озонатор также применяется для обеззараживания семян перед их посадкой для повышения их всхожести.

Теплоснабжение системы производится биогазовой установкой 14, солнечным коллектором 15 и тепловым адсорбированным насосом 16. Тепло от биогазовой установки подается к системам обогрева дома фермера 1, коровника 4 и теплицы 2.

Тепловой адсорбированный насос перекачивает тепло из хранилища 3 выделяемое из сельхозпродукции в систему обогрева теплицы. При этом одновременно осуществляется охлаждение сельхозпродукции в хранилище и экономия тепловой энергии. Кроме того, для экономии тепла теплица примыкает непосредственно к дому и экранирует его. Это улучшает обогрев дома за счет солнечного тепла.

**В четвертой главе** «Технико- экономическое обоснование энергоснабжения фермерских хозяйств на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ)», показана, что предлагаемая технология энергоснабжения фермерского хозяйства обеспечивает электроэнергией на 40,3…57,4 % от общего потребления, за счет использования возобновляемых источников энергии. Годовая экономия электрической энергии составляет 28144,8…36406,8 сом/год. Суммарная годовая экономия от использования данной технологии составляет 53244…65261 сом/год. Из них от использования биогаза 25099,2…28854,56 сом/год.

**Выводы**

Разработка технологий энергоснабжения малых сельхозформирований на базе возобновляемых энергоресурсов продиктована удорожанием цен на энергоносители, экологическими требованиями и нерентабельностью подвода централизованных линий электропередач на отдаленные места, где расположены сельские товаропроизводители.

1. Использование энергии возобновляемых ресурсов широко распространены в мировой практике, однако доля использования данных видов энергии в энергобалансе Кыргызской Республики составляет всего 1,0-1,1%.
2. Разработана комбинированная система энергоснабжения фермерских хозяйств на базе возобновляемых источников энергии обеспечивающая энергоснабжение как для стационарных условий хозяйственной деятельности фермерских хозяйств, так и для пастбищных условий.

3. Обоснованы выбор энергетических средств тепло, электро и хладоснабжения фермерского хозяйства:

- биогазовая установка выбрана с помощью метода статистического моделирования накопления навоза, имеющий постоянный характер выхода во времени где входные и выходные параметры учтены векторами- функций условий работы навозоуборочного транспортера и показателей работы биогазовой установки.

Для описания динамики суточного накопления навоза выведено эмпирическое уравнение вида:

Мt=-2,297·t2+53,15· t+2370,3.

- при выборе микро ГЭС в качестве основного параметра выбрана вырабатываемая электрическая мощность, которая определяется на основе двух показателей(расход воды, величина напора), с учетом потребностей фермерского хозяйства в электроэнергии. Выбран низконапорный микро ГЭС мощностью до 30кВт асинхронным генератором с самовозбуждением, использованием инвертора напряжения сети вместо балластной нагрузки. В зависимости от напора и расхода воды рекомендованы ковшовые и диагональные гидротурбины.

- гелиоэнергетическая установка и солнечный коллектор выбраны путем статистической обработки данных. Максимальная солнечная радиация наблюдается в месяцы: май-июнь-июль и составляет 235,4-244,1 кВт·ч/м2·месяц (846,76-878,06 мДж/м2·месяц). В месяцы январь-апрель радиация изменяется в пределах 40,3 -183,3 кВт·ч/м2·месяц (144,96-659,35 мДж/м2·месяц). В месяцы август-декабрь в пределах 196,7 - 33,3 кВт·ч/м2·месяц(707,55-121,58 мДж/м2·месяц). Максимальная солнечная радиация наблюдается в месяцы, когда фермерское хозяйство осуществляет хозяйственную деятельность в условиях пастбищ.

- тепловой адсорбированный насос в комбинированной системе энергоснабжения фермерского хозяйства перекачивает тепло из хранилища сельскохозяйственной продукции в теплицу. Такой прямой обмен не требует принудительной прокачки теплоносителя, поэтому выбран воздушный одноконтурный тепловой насос(сплит-система конденцирование воздуха).

4. Обоснованы выбор технологического оборудования для фермерского хозяйства животноводческого направления:

- для пастбищных условий хозяйственной деятельности выбраны: разработанные нами, мини установка для стрижки овец (патент №168 Кыргызской Республики); устройство для приготовления кумыса (патент №166 Кыргызской Республики).

- для стационарных условий хозяйственной деятельности выбраны: технические средства для создания микроклимата в коровнике (патент №167 Кыргызской Республике); навозоуборочный транспортер.

5. Экспериментальными исследованиями позволили определить вместимость навозосборника =2,8…2,9 и суточную массу навоза из расчета на одну корову = 44, 87…54.31 кг . Показатели m и ± δ также позволили определить объем реактора биогазовой установки с учетом режима сбраживания: (термофильный режим); =29,83 (мезофильный режим). При термофильном режиме удалось уменьшить объем реактора на 11,93 за счет более высокой температуры внутри реактора.

6. Дан анализ суточных графиков электрической нагрузки: методом коэффициента одновременности позволило определить расчетные нагрузки P однородных потребителей в зависимости от периодов: Р = 144,5 кВт (период отопления) ; Р =32,3 кВт (период без отопления): Р= 15,3 кВт (пастбищный период); методом попарного суммирования электрических нагрузок позволило определить расчетные нагрузки неоднородных потребителей, также в зависимости от периодов =173 кВт(период отопления); =41 кВт(период без отопления) =21 кВт(пастбищный период).

7. При расчете потерь для выбранного фермерского хозяйства получены следующие результаты: средние удельные потери электроэнергии ∆W= 1,747 кВт·ч, средние относительные потери электроэнергии ∆W%=5,43%; средняя относительная величина потерь напряжения для сети ∆Uср%=5,89%; средние удельные потери мощности В/км (1,747 кВт/км).

8. Исследование расхода биогаза в фермерском хозяйстве дали следующие результаты:

для приготовления пищи за день семья фермера из восьми человек потребляет биогаз 5,2…6,24 м³. Часовой расход биогаза при этом составляет 1,134…1,36 кг/ч;

расход биогаза для отопления дома фермера суммарным объёмом 251,6 м³ за сутки в зависимости от температуры наружного воздуха () составляет: 22,2…29,6 м³ (при =-5…-10), 31,0..34,04 ( при =-11…-15), 36,0….38,48 м³ (при -16). Условная графическая интерпретация данных величин позволило определить расход биогаза за весь период отопления дома фермера при средней продолжительности сезона Dₒ=173 дней, оно составило всего БГ=40309…48440 м³ биогаза. В расчете на 1 м³ объёма помещения расход биогаза в среднем составляет =0,131…0,157 м³. Средний часовой расход биогаза для отопления дома фермера за отопительный период равно =11,716…14,081кг/ч.

- в коровниках со стандартным строением для поддержания нормативной температуры воздуха (10…12) внутри коровника при температуре наружного воздуха около -10,тепловой поток создаваемый отопительным устройством составляет =691925кДж, при этом суммарное время работы отопительного устройства равна 12 часам за сутки, потребляемая мощность и расход биогаза =1,92 м3/ч. Тепловая мощность отопительного устройства для подогрева сырья в биореакторе равна и расход биогаза

9. Предлагаемая технология энергоснабжения фермерского хозяйства обеспечивает электроэнергией на 40,3…57,4 % от общего потребления, за счет использования возобновляемых источников энергии. Годовая экономия электрической энергии составляет 28144,8…36406,8 сом/год. Суммарная годовая экономия от использования данной технологии составляет 53244…65261 сом/год. Из них от использования биогаза 25099,2…28854,56 сом/год.

**Список опубликованных работ**

1. **Темирбаева, Н.Ы.** Экономические требования предъявляемые к системе машин для сельского хозяйства [Текст] / Н.Ы.Темирбаева // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина, 2012, №1(23).- 86 с.

2. **Темирбаева, Н.Ы.** Посуды и пути механизации приготовления кумыса [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, Н.Ж.Кожогулов // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина, 2012, №3(25).- 86с.

3. **Темирбаева, Н.Ы.** Блок-схема системы тепло - и энергообеспечения фермерского хозяйства [Текст] / Н.Ы.Темирбаева // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина, 2012, №3(25).- 87с.

4.**Темирбаева, Н.Ы.** Система энерго-и теплоснабжения фермерских хозяйств на базе возобновляемых энергоресурсов [Текст] / Н.Ы.Темирбаева // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И.Скрябина, 2012, №6.-40с.

5. **Темирбаева, Н.Ы.** Перспективы и пути использования экоэнергетики в сельском хозяйстве Кыргызстана [Текст]/ Н.Ы.Темирбаева, И.Э.Турдуев, М.С.Нарымбетов и др.// Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина, 2012, №5 (27).-230с.

6. **Темирбаева, Н.Ы.** Моделирование накопления навоза в коровнике при привязном содержании животных [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, М.С.Нарымбетов // Исследования, результаты, Каз НАУ, 2013, №1 (057).- 119с.

7. **Темирбаева, Н.Ы.** Внедрение биогазовых технологий в Кыргызстане [Текст] / Н.Ы.Темирбаева // Исследования, результаты, Каз НАУ, 2013, №1 (057).-123с.

8. **Темирбаева Н.Ы.** Использование микро ГЭС для энергоснабжения фермерских хозяйств [Текст] / Н.Ы. Темирбаева // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина, 2012, №1(28).- 317с.

9. **Темирбаева, Н.Ы.** Строительство микро ГЭС для электроснабжения фермерских (крестьянских) хозяйств [Текст] / Н.Ы. Темирбаева, И.Э.Турдуев// Известия Ошского технологического университета им. М.М. Адышева, 2013, №1.-58с.

10. Патент №166 Кыргызская Республика, МПК А01J 11/00, А01J 11/04. Устройство для приготовления кумыса [Текст] / Н.Ы. Темирбаева, Н.Ж.Кожогулов, С.Ж.Акматова и др.; №20120017.2; заявл.24.08.2012; опубл.30.11.2013, бюл.№11.-5с.

11. Патент №167 Кыргызская Республика, МПК А01к1/00. Система обеспечения микроклимата животноводческого помещения [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, М.С.Нарымбетов и др.; №20130006.2; заяв.24.08.2012; опуб.30.11.2013, бюл.№11.-7с.

12. Патент №168 Кыргызская Республика, МПК А01К 13/00. Мини установка для стрижки овец [Текст]/ Н.Ы.Темирбаева, М.М.Мурзалиев и др.; №20120018.2; заяв.24.08.2012; опуб.30.11.2013, бюл.№11.-7с.

13. **Темирбаева, Н.Ы.** Обоснование выбора микро ГЭС для электроснабжения фермерских хозяйств [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, М.С.Нарымбетов // Алтайский Государственный аграрный университет, IX Международная научно-практическая конференция «Аграрная наука-сельскому хозяйству», Барнаул, 2014.- 486с.

14. **Темирбаева, Н.Ы.** Технологическое оборудование для фермеров в условиях пастбищ [Текст] / Н.Ы.Темирбаева // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина, 2014, №1(30).- 332с.

15. **Темирбаева, Н.Ы.** Энергообеспечение сельского хозяйства от возобновляемых источников [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, Ж.С.Абдимуратов, М.С. Нарымбетов / Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина, 2014, №2.(31).- 214с.

16. **Темирбаева, Н.Ы.** Обоснование выбора солнечных коллекторов для энергоснабжения фермерских хозяйств [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, Э.А.Смаилов // Известия Ошского технологического университета им. М.М. Адышева, 2014, №1.- 68с.

17. **Темирбаева, Н.Ы.** Энергосберегающая система обеспечения микроклимата в животноводческом помещении (коровнике) [Текст] / Н.Ы Темирбаева, М.С.Нарымбетов// Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук, Душанбе, 2013, №4.- 50с.

18. **Темирбаева, Н.Ы.** Совершенствование технологии и обоснование параметров биогазовой установки [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, Д.А.Абиров и др.// Известия ВУЗов, 2014,№6.- 25с.

19. **Темирбаева, Н.Ы.** Состояние и преспективы использования биогазовых технологий в Кыргызстане [Текст] / Н.Ы. Темирбаева, М.С. Нарымбетов и др.// Башкирский Государственный аграрный университет,VII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы», Уфа, 2014.-111с.

20. **Темирбаева, Н.Ы.** Особенности использования биогазовой установки в Кыргызстане [Текст] / Н.Ы Темирбаева, Г.А.Шабикова, Ж.Абдимуратов// Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина, Международная научно-практическая конференция «Техносферная безопасность: наука и практика» Бишкек, 2015.-198с.

21. **Темирбаева, Н.Ы.** Выбор установок тепло-электроснабжения фермерсих хозяйств на базе возобновляемых источников энергии [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, Д.А.Абиров, Б.Ж.Жаныбекова и др.// Инженер, Инженерная академия Кыргызской Республики, 2015,№10.- 187с.

22. **Темирбаева, Н.Ы.** Обоснование параметров карусельного устройства для стрижки овец [Текст]/ Н.Ы.Темирбаева, Ы.Дж.Осмонов, И.Э.Турдуев// Международный центр исследований «OMЕГА САЙНС» Символ науки №14, №5 2016. -81с.

23. **Темирбаева, Н.Ы.** Технология энергоснабжения малых сельхозформирований с использованием возобновляемых источников энергии [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, Э.А.Смаилов, М.С.Нарымбетов// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2018,№5.- 43с.

24. **Темирбаева, Н.Ы.** Технико-экономическое обоснование энергоснабжения фермерских хозяйств на базе возобновляемых источников энергии [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, М.К.Орозалиев, А.А.Алмазбеков // Вестник КНАУ им.К.И.Скрябина, №1(50), 2019.- 109с.

25. **Темирбаева, Н.Ы.** Технология зооветеринарной обработки мелкого рогатого скота в условиях Кыргызстана [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, Ы.Дж.Осмонов, К.Э.Мураталиев, М.С.Нарымбетов // Вестник НГИЭИ, №7(98), Княгинино, 2019. –16с.

26. **Темирбаева, Н.Ы.** Малогабаритная передвижная установка для профилактической обработки овец против чесоточных заболеваний [Текст] / Н.Ы.Темирбаева, Ы.Дж.Осмонов, М.С.Нарымбетов, У.Э.Карасартов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета №4(174), 2019. –95с.

**РЕЗЮМЕ**

диссертации Темирбаевой Назгуль Ысмановны на тему: **«Технология энерго – и теплоснабжения малых сельхозформирований на базе возобновляемых ресурсов»**  на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства

**Ключевые слова:** технология, солнечные коллекторы, биогазовая установка, микро ГЭС, энергосбережение, мини-установка.

**Объект и предмет исследования:** закономерности функционирования следующих энергетических средств и технологического оборудования комбинированной технологии энергоснабжения малых формирований: гелиоэнергетическая установка, солнечной коллектор, биогазовая установка, микро ГЭС, мини установка для стрижки овец(патент КG№168), устройство для приготовления кумыса(патент КG№166), устройство для создания микроклимата в коровнике(патент КG№167).

**Цель исследования:** создание технологии энергоснабжения малых сельхозформирований с активным вовлечением возобновляемых ресурсов и разработка мини техники как автономные малоэнергоемкие потребители.

**Методы исследования:** математические методы моделирования, статистическое моделирование, методы экспериментальных исследований, инженерные расчеты.

**Научная новизна работы:** предложена технология энергоснабжения малых сельхозформирований на основе комбинированного использования солнечной энергии, биогаза и традиционной электро энергии (в условиях стационарной жизнедеятельности)и энергии малых рек(в пастбищных условиях);

Разработана математическая модель накопления навоза в животноводческих помещениях, где входные и выходные параметры учтены векторами - функций условий работы навозоуборочного транспортера и показателей работы биогазовой установки, позволившая вывести уравнение для описания динамики суточного накопления навоза и основные зависимости для обоснования параметров биогазовой установки; уравнение для описания закономерности изменения солнечной радиации в течении года.

**Полученные результаты:** разработана технология энергоснабжения малых сельхозформирований с использованием возобновляемых источников энергии, позволяющая энергосбережение за счет вовлечения энергии Солнца, биогаза и малых рек.

**Степень использования:** результаты научно-исследовательской работы могут быть использованы сельскохозяйственными потребителями в стационарных, а также в пастбищных условиях Кыргызской Республики.

Темирбаева Назгуль Ысмановнанын 05.20.01 – Айыл –чарбасын механизациялаштыруу каражаттары жана технологиялары аистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын изденнүүгө **«Калыптанма ресурстардын базасында кичи айыл чарба түзүмдөрүн энергия жана жылуулук менен камсыз кылуунун технологиясы»** темасындагы диссератциясына

**РЕЗЮМЕ**

**Түйүндүү сөздөр:** Технология, күн коллекторлору, биогаз орнотмосу, чакан ГЭС, энергия менен камсыздоо, чакан түзүлүш.

**Изилдөөнүн объектиси жана предмети:** Кичи айыл чарба түзүмдөрүн энергия менен камсыз кылуучу айкалыштырылган технологиянын төмөнкү энергетикалык жана технологиялык жабдууларынын иштөөсүнүн закон ченемдүүлүгү: гелиоэнергетикалык түзүлүш, күн коллектору, биогаз орнотмосу, чакан ГЭС, кой кыркуучу кичи түзүлүш(патент КG№168), кымыз даярдоочу түзүлүш(патент КG№166), уй сарайда микроклиматты камсыз кылуучу түзүлүш(патент КG№167).

**Изилдөөнүн максаты:** Калыптанма ресурстарды активдүү колдонуу менен кичи айыл чарба түзүмдөрүн энергия менен камсыз кылуучу технологияны түзүү жана энергияны аз талап кылуучу автономдуу кичи түзүлүштөрдү иштеп чыгуу.

**Изилдөөнүн методдору:** Моделдөөнүн математикалык методдору, статистикалык моделдөө, эксперименталдык изилдөөлөрдүн методдору, инженердик эсептөөлөр.

**Иштин илимий жаңычылдыгы:** Кичи дарыядагы сууларды(жайыт шартында), күндүн энергиясын, биогазды жана традициялык электр энергиясын(отурукташкан шартта) колдонуусу менен кичи айыл чарба түзүмдөрүн энергия менен камсыз кылуучу технология сунушталды. Малканаларда кыктын топтолушунун математикалык модели иштелип чыкты, мында ички жана тышкы параметрлер кык тазалоочу транспортердун иштөө шартын жана биогаз орнотмосунун иштөө көрсөткүчтөрүн эске алуу менен аныкталды, бир суткада кыктын топтолуусун көрсөтүүчү теңдеме иштелип чыкты, биогаз орнотмосунун параметрлерин аныктоочу көз карандылыктар жана күндүн радиациясынын жыл бою өзгөрүүсүн көрсөтүүчү теңдеме иштелип чыкты.

**Алынган жыйынтыктар:** Кичи дарыялардын сууларын, биогазды жана күндүн энергиясын колдонуу менен энергияны үнөмдөөчү, кичи айыл чарба түзүмдөрүн энергия менен камсыз кылуучу технология иштелип чыкты.

**Пайдалануу деңгээли:** Илимий иштердин жыйынтыктары Кыргыз Республикасынын айыл чарбасында отрукташкан шартта, ошондой эле жайыт шарттарында колдонулат.

**SUMMARY**

Temirbaeva Nazgul Ysmanovna dissertations on the theme: **"Technology of energy and heat supply of small agricultural enterprises based on renewable resources"** for the degree of candidate of technical sciences in specialty 05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization

**Key words:** technology, solar collectors, biogas plant, micro hydroelectric power station, energy saving, mini-installation.

**Object and subject of study:** patterns of functioning of the following energy facilities and technological equipment of a combined technology for energy supply of small formations: a solar power installation, a solar collector, a biogas plant, a micro hydroelectric power station, a mini-plant for shearing sheep (patent КG№168), a device for cooking koumiss (patent КG№166), a device for creating a microclimate in a barn (patent KG№167).

**The purpose of the study:** the creation of energy technology for small agricultural enterprises with the active involvement of renewable resources and the development of mini technology as autonomous low-energy consumers.

**Research methods:** mathematical modeling methods, statistical modeling, experimental research methods, engineering calculations.

**The scientific novelty of the work:** the technology of energy supply of small agricultural enterprises based on the combined use of solar energy, biogas and traditional electric energy (in conditions of stationary life activity) and energy of small rivers (in pasture conditions) is proposed;

A mathematical model of the accumulation of manure in livestock buildings was developed, where the input and output parameters are taken into account by vectors - functions of the working conditions of the manure conveyor and the performance of the biogas plant, which made it possible to derive an equation for describing the dynamics of daily accumulation of manure and the main dependences for substantiating the parameters of the biogas plant; equation for describing the patterns of changes in solar radiation during the year.

**Results:** a technology has been developed for energy supply of small agricultural enterprises using renewable energy sources, which allows energy saving due to the involvement of the energy of the Sun, biogas and small rivers.

**Degree of use:** the results of research work can be used by agricultural consumers in stationary as well as in pasture conditions of the Kyrgyz Republic.