

УДК 631.3:620.92

DOI: 10.36979/1694-500X-2022-22-8-122-126

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГРЕВА ПОЛА ТЕЛЯТНИКА

Ы.ДЖ. Осмонов, А.Ж. Жусубалиева, Н.Ы. Темирбаева, Б.С. Ордобаев

Аннотация. Разработана информационная модель энергосберегающей технологии обогрева пола телятника, в которой совмещены работы гелиоколлектора и биотермической установки. Создана система согласованного взаимодействия отмеченных технических средств для использования солнечной энергии и тепла свежего навоза в процессе его разложения для обогрева пола животноводческих помещений за отопительный период. Функциональная задача гелиоколлектора решена путем моделирования изменчивости солнечных сияний по объективным, данным СНИП 23.02.00 «Строительная климатология Кыргызской Республики». Аналогичная задача биотермической установки решена статистическим моделированием накопления навоза в телятнике за отопительный период.

Ключевые слова: энергосберегающая технология; гелиоколлектор; биотермическая установка; солнечная энергия; брожение навоза; телятник; отопительный период; моделирование.

МУЗООКАНАНЫН ТОЛУК ЖЫЛЫТУУЧУ ЭНЕРГИЯНЫ УНОМДООЧУ ТЕХНОЛОГИЯНЫ МАДЕЛДОО

Ы.ДЖ. Осмонов, А.Ж. Жусубалиева, Н.Ы. Темирбаева, Б.С. Ордобаев

Аннотация. Музоокананын толук жылытуучу энергияны уноидоочу технологиянын информациялык модели иштелип чыккан. Бул технологияда гелиоколлектор менен биотермикалык орнотмонун биргелешип иштоосу берилген. Аталган техникалык каражаттардын жардамы менен курулуш энергиясын жана кыктын ачуу процессинде болунуп чыгуучу жылуулукту колдону менен мал сарайларынын толук жылытуучу система тузулгон. Гемокolleктордун функционалдык милдети СНИП 23.02.00 «Кыргыз Республикасынын курулуш климатологиясынын» объективдуу сунуштарын колдонуу менен моделдештирилген. Ал эми биотермикалык орнотмонун функционалдык милдети музооканадагы калктын топтомуу процессин статистикалык моделдоо жолу менен ишке ашкан.

Туйундуу создор: энергияны уномдоочу технология; гемокolleктор; биотермикалык орнотмо; курулуш энергиясы; кыктын ачуусу; музоокана; жылытуу мезгили; моделдоо.

MODELING OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGY FOR HEATING THE FLOOR OF A CALF HOUSE

Y.Dzh. Osmonov, A.Zh. Zhusubaliev, N.Y. Temirbaeva, B.S. Ordobaev

Abstract. An information model of energy-saving technology for heating the floor of a calf house has been developed, which combines the work of a solar collector and a biothermal installation. A system of coordinated interaction of the mentioned technical means for the use of solar energy and the heat of fresh manure in the process of its decomposition for heating the floor of livestock premises during the heating period has been created. The functional task of the solar collector was solved by modeling the variability of solar auras according to objective data from SNIP 23.02.00 "Construction Climatology of the Kyrgyz Republic". A similar problem of a biothermal installation was solved by statistical modeling of manure accumulation in a calf house during the heating period.

Keywords: energy saving technology; hemocollector; biothermal installation; solar energy; manure fermentation; calf housing; heating period; modeling.

Введение. Молодняк сельскохозяйственных животных до 15–16 часов в течение суток находится в лежачем положении и поэтому его здоровье во многом зависит от температуры пола. Рациональная температура пола животноводческих помещений составляет 12 ± 2 °С [1].

В соответствии с ветеринарно-санитарными нормами необходимо обеспечить теплом организм сельскохозяйственных животных не более $11,6 \text{ Вт/м}^2 \text{ °С}$ [2]. Существующие технологические средства для обогрева пола животноводческих помещений энергоемкие, металлоемкие, не отвечают требованиям энергосбережения и электробезопасности [3]. В мировой практике для решения подобных задач широко используются возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в зависимости от географического расположения местности и климатических условий.

Материалы, методы и результаты исследований. Разработанная авторами энергосберегающая технология обогрева пола телятника поясняется информационной моделью, где совмещены работы гелиоколлектора и биотермической установки (рисунок 1).

Данная технология позволяет одновременно использовать солнечную радиацию и тепло, выделяемое свежим навозом в процессе его разложения для обогрева пола телятника. При этом повышается эксплуатационная надежность по сравнению с отдельным использованием гелиоколлектора и биотермической установки, так как создается согласованная система взаимодействия данных технических средств для выполнения единой работы. На диаграмме показаны границы данной системы путем разделения ее на подсистемы в соответствии с задачами отдельных подсистем.

Функциональная задача гелиоколлектора, как подсистемы, решена путем моделирования изменчивости солнечного сияния за отопительный период. Исходными материалами при этом послужили среднестатистические данные СНиП 23.02.00 «Строительная климатология Кыргызской Республики» за отопительный период (таблица 1) [4].

Графическое изображение суммарной солнечной радиации в Кыргызстане в виде зависимости изменения данной радиации на горизонтальную поверхность от географической широты местности в течение отопительного периода, приведена на рисунке 2.

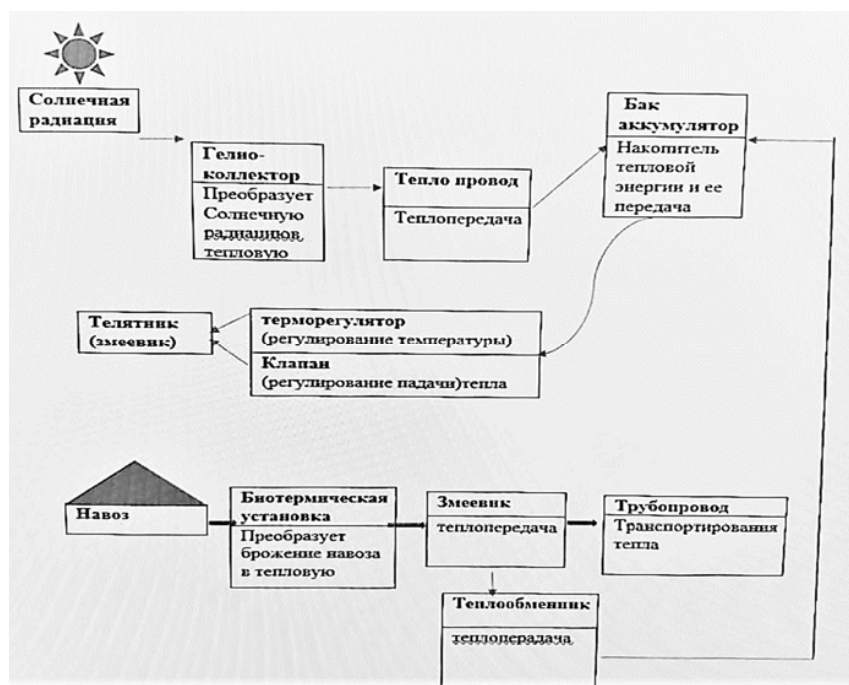
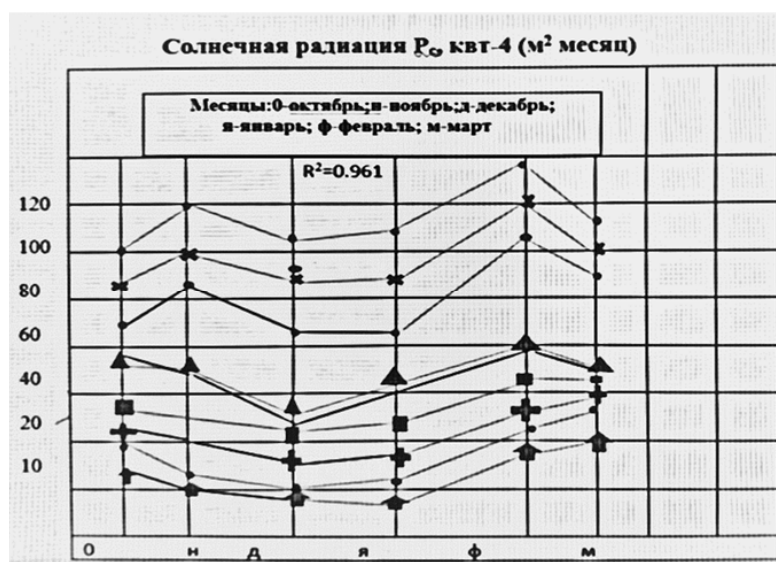


Рисунок 1 – Диаграмма совмещения работы гелиоколлектора и биотермической установки

Таблица 1 – Суммарная солнечная радиация в Кыргызской Республике в зависимости от географической широты местности за отопительный период, кВт-ч/(м²/месяц)

Месяцы отопительного периода	Географическая широта, град. с.ш.								
	40 ⁰	44 ⁰	48 ⁰	52 ⁰	56 ⁰	60 ⁰	64 ⁰	68 ⁰	Усредненная
Октябрь (с 15 числа)	141.8 2	129.3 2	112.9 2	95,6 2	74.2 2	57.8 2	48.1 2	33.9 2	43.4
Ноябрь	99.5	85.6	70.6	53.9	36.3	23.4	15.6	9.45	49.2
Декабрь	82.8	65.1	51.2	35.0	23.4	13.1	9.2	6.9	35.8
Январь	84.5	72.6	57.5	45.6	31.4	18.9	9.73	7.78	41.6
Февраль	120.9	101.5	90.1	75.1	61.2	46.9	37.2	31.1	70.5
Март (до 15 числа)	177.6	167.6 2	157.1 2	146.8 2	129.8 2	112.9 2	112.6 2	78.4 2	67.7



—●—	40 ⁰
—✕—	44 ⁰
—•—	48 ⁰
—▲—	52 ⁰
—■—	56 ⁰
—+—	60 ⁰
—▲—	64 ⁰
—▲—	68 ⁰
—	Среднестатистическая

Рисунок 2 – Зависимость изменения солнечной радиации P_c от географической широты (град. с.ш.) местности за отопительной период

Усредненные расчётные данные солнечной радиации на горизонтальную поверхность по географическим широтам на 1 м² площади за отопительный период приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Средняя солнечная радиация на горизонтальную поверхность в расчете на 1 м² площади

Географическая широта град. с.ш.	40°	44°	48°	52°	56°	60°	64°	68°
Средняя за отопительный период кВт (м ² /месяц)	92.06	72.87	67.40	55.13	42.22	31.27	25.38	18.56
Усредненное за отопительный период кВт/м ²	0.26	0.22	0.197	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05
Средняя за день, Pcp	0.026	0.022	0.019	0.015	0.012	0.009	0.007	0.005

Обработка и анализ объективных материалов СНиП 23.02.00 показывают, что на территории Кыргызской Республики использование солнечной энергии за отопительный период требует дополнительного применения активных технических средств для преобразования данного вида энергии в тепловую или электрическую. Критерием эффективности использования солнечной радиации служит показатель, когда солнечная радиация за средний промежуток времени не ниже 0,4 кВт/м² [5]. Полученные расчетные данные (0,05..., 0,26 кВт/м²) не отвечают данному критерию, поэтому при использовании солнечной энергии для обогрева пола животноводческих помещений за отопительный период необходимо дополнительно использовать другие средства обогрева, в частности, биотермическую установку, где можно использовать тепло свежего навоза в процессе его брожения.

В телятнике навоз является собственным сырьем и источником тепловой энергии для использования его в биотермической установке. Для статистического моделирования процесса накопления навоза в телятнике в качестве исходных данных послужили: половозрастная группа животных, их поголовье, суточное выделение навоза одним животным (в среднем), продолжительность нахождения животного в стойле.

Функциональная задача биотермической установки, так же как подсистема (см. рисунок 1), решена статистическим моделированием накопления навоза в телятнике за отопительный период. Методы статистического моделирования предусматривают определение следующих векторов-функций [6, 7]:

- период привязного содержания животных:

$$ч = \{ч_1(t), ч_2(t), \dots, ч_n(t)\}, \quad (1)$$

- уравнение для описания массы навоза:

$$f = \{f_1(t), f_2(t), \dots, f_k(t)\}, \quad (2)$$

- изменения внутреннего состояния телятника:

$$z = \{z_1(t), z_2(t), \dots, z_l(t)\}, \quad (3)$$

- выходные показатели телятника по выходу навоза:

$$y = \{y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t)\}. \quad (4)$$

Число составляющих данных векторов n, k, l, m зависит от условий содержания животных, способа уборки навоза (ручная или механизированная), в месте сбора навоза, объема емкости биотермической установки.

Моделирование накопления навоза в телятнике осуществлено с учетом его состояния, которое определяется следующими параметрами: первоначальная масса навоза в телятнике M₀, количество

телят N_0 , момент начала выделения навоза t_i , масса выделенного навоза с одного теленка (в среднем) M_0 за определенное время, продолжительность накопления навоза t_n .

Пусть момент времени начала накопления навоза обозначается как t_{nli} :

$$t_{nli} := t_{pi}; \text{ если } t_{nli} := t_{ni}; \quad (5)$$

$$t_{nli} := t_{kli}, \text{ если } t_{kli} := t_{kli-1}, \quad (6)$$

где t_{pi} – момент времени начала выделения навоза i -го теленка $t_{kli} := t_{pi-1}$ * – момент времени окончания выделения навоза $i-1$ теленком.

Накопленная масса навоза в момент времени окончания выделения $i-1$ теленка составляет:

$$M_n = N_0 \cdot M_0(t_k) + \sum_{i=1}^{tk-1} [N_0 M_0(t_k - 1) + N_0 \cdot M_0(t_k)]. \quad (7)$$

Для сбора данной массы навоза потребуется специальная емкость вместимостью:

$$V_n > N_0 M_0(t_k) + \sum_{i=1}^{tk-1} [N_0 M_0(t_k - 1) + N_0 \cdot M_0(t_k)]. \quad (8)$$

Следовательно, вместимость емкости биотермической установки составляет: $V_H^0 > V_H$.

Выводы. Выполнено моделирование энергосберегающей технологии обогрева пола телятника на базе совместной работы гелио коллектора и биотермической установки. При решении функциональной задачи гелиоколлектора использованы объективные данные СНиП 23.02.00 «Строительная климатология Кыргызской Республики» за отопительный период путем обработки их методами математической статистики. Решение функциональной задачи работы биотермической установки осуществлено путем статистического моделирования процесса накопления навоза в телятнике за отопительной период. Моделирование показало, что при совместной работе гелиоколлектора и биотермической установки эффективность их использования повышается по сравнению с их отдельным использованием.

Поступила: 22.07.22; рецензирована: 03.08.22; принята: 05.08.22.

Литература

1. Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота. М., 1999. 140 с.
2. Волков Г.К. Санитарно-гигиенические требования к полам / Г.К. Волков // Ветеринарный консультант. 2003. № 2. С. 21–23.
3. Растишешин С.А. Технические средства для местного обогрева / С.А. Растишешин. М.: Росагропромиздат, 1990. 76 с.
4. СНиП 23.02.00 «Строительная климатология Кыргызской республики».
5. Вейнберг Б.П. Опыт климатическая характеристик района для запросов гидротехники / Б.П. Вейнберг, Р.Э. Соловейчик // Метеорологический вестник. 1933. № 1/2. С. 35–38.
6. Саати Т.Л. Математические методы использования операций / Т.Л. Саати. М., 1963. 267 с.
7. Коллатц Л. Численные методы решения дифференциальных уравнений / Л. Коллатц. М., 1953. 460 с.
8. Назаров С.О. Изменение температуры, массы и концентрации акарицидной эмульсии в процессе купания овец против эктопаразитов / С.О. Назаров, Ы.Дж. Осмонов, Б.С. Ордобаев, Н.Ы. Темирбаева, М.С. Нарымбетов, Ч.Т. Уметалиева // Вестник КРСУ. 2022. Т. 22. № 4. С. 74–79.