

УДК 662.997:631.22:636

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ

Смердов А.А., д.т.н.

Брикун А.Н., преподаватель

Полтавская государственная аграрная академия

Тел. (05322)2-29-81

**Аннотация** – в статье рассмотрены вопросы применения солнечных коллекторов на животноводческих фермах. Показано, что анализ горячего водопотребления на фермах целесообразно проводить на основе применения импульсных случайных процессов, статистические характеристики которых могут быть определены выпускаемыми промышленностью тепловычислителями.

**Ключевые слова** – возобновляемые источники энергии, солнечные коллекторы, горячее водоснабжение, животноводческая ферма.

*Постановка проблемы.* Энергосбережение является в настоящее время одной из наиболее существенных в мире проблем. Оптимальные условия и политика энергосбережения должны базироваться на внедрении новых моделей и структур выработки и использования энергии на основе современных энергосберегающих технологий и мероприятий. Существенный вклад в решение проблемы энергосбережения в сельском хозяйстве могут внести возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

Возобновляемые источники энергии – это источники энергии, образующиеся на основе постоянно существующих или периодически возникающих процессов в природе, а также жизненном цикле растительного и животного мира и жизнедеятельности человеческого общества.

Вопросы использования ВИЭ актуальны для всех стран мира в силу различных обстоятельств. Украина, например, ежегодно потребляет 200 млн. т у.т. топливно-энергетических ресурсов и относится к энергодефицитным странам. Свою потребность в энергопотреблении покрывают на 53% и импортирует 75% необходимого объема природного газа и 85% сырой нефти и нефтепродуктов [1].

Семнадцатый мировой нефтяной конгресс, состоявшийся в Рио-де-Жанейро в 2002 г., констатировал следующее: мировые балансовые запасы

нефти составляют более 400 млрд. т [2]. С учетом современных технологий разработки месторождений при существующих ценах на нефть этих запасов хватит на 50-75 лет. Аналогичная ситуация наблюдается по газу. Вывод очевиден: необходимо возможно быстрыми темпами развивать использование возобновляемых источников энергии. ВИЭ – это не альтернатива существующей энергетике, это существенная часть энергетике не такого уже далекого будущего. Энергетикой не исчерпывается роль ВИЭ. Они активнейшим и положительным образом влияют на решение трех глобальных проблем человечества: энергетикой, экологию, продовольствие [2 – 4].

*Анализ последних исследований.* Применение источников возобновляемой энергии невозможно без учета особенностей регионов. Любой источник возобновляемой энергии не может являться универсальным, пригодным для использования в любом регионе. Для эффективного планирования энергетике на ВИЭ необходимо учитывать, во-первых, условия окружающей среды и, во-вторых, энергетическую потребность региона для сельскохозяйственного производства и бытовых нужд [5 – 7].

Из известных ВИЭ самым значительным источником является солнечная радиация. Максимум прямой солнечной радиации в области приходится на июль, минимум – на декабрь, а годовые ее изменения совпадают с изменениями облачности. Поэтому минимальная длительность солнечного сияния наблюдается в декабре и составляет 37 часов, наибольшая – в июле, 298 часов. Средняя годовая длительность солнечного сияния (ДСС) составляет 1894-2020 часов. На протяжении года ДСС изменяется от среднего значения в пределах 1650-2420 часов. Важной характеристикой солнечного сияния является число облачных дней, которое в среднем по области колеблется от 88 до 115 дней.

Если в среднем принять длительность солнечного сияния по области на уровне 2000 часов в год, то с учетом величины радиационного баланса получим, что на всю территорию области приходится колоссальное количество солнечной энергии в год –  $5 \cdot 10^{19}$  Дж (12 Экал).

Учитывая ограниченность бюджетных, ресурсов Украины, использование возобновляемых источников энергии требует обоснования финансово-экономической части региональных программ их развития [8].

*Формулирование целей статьи.* Целью статьи является анализ особенностей использования солнечных коллекторов на животноводческих фермах.

*Основная часть.* Анализ состояния дел в энергетическом обеспечении АПК области в сложившихся рыночных условиях показывает, что большая часть энергохозяйств сельскохозяйственных производителей находится в запущенном состоянии. Учитывая складывающуюся ситуацию с энергообеспечением и энергосбережением, на инженерно-

технологическом факультете Полтавской госагроакадемии ведутся работы в области использования солнечной энергии.

Солнечная энергетика для сельскохозяйственного производства имеет преимущество по сравнению с другими, т. к. ее можно достаточно эффективно использовать на всей территории Украины. Отметим, что годовой технический потенциал солнечной энергии в Украине, в пересчете на условное топливо, оценен в объеме 720 млн. т у.т. [1].

Солнечное излучение, приходящее на Землю, представляет собой временной импульсной поток с суточной периодичностью. Основные параметры, характеризующие форму и положение импульсов солнечного излучения (величина или амплитуда, длительность, момент возникновения и др.), могут изменяться по заданному закону или быть случайными функциями времени. В этом случае последовательность импульсов, параметры которых являются случайными величинами, называется импульсным случайным процессом.

Теория импульсных случайных процессов, разработанная применительно к анализу систем передачи информации, является эффективным средством описания случайных процессов генерации и потребления энергии в системах солнечной энергетике. Показало, что основой описания процессов генерации электроэнергетических и теплоэнергетических потенциалов за счет использования солнечной энергии являются импульсные случайные процессы с детерминированными тактовыми интервалами [9–11]. Аперiodические импульсные случайные процессы и процессы смешанного типа адекватно описывают вероятностные процессы расхода накопленной солнечной энергии различными потребителями [12, 13].

Предложенное адекватное описание сложных статистических процессов потребления энергии в гелиосистемах позволяет оптимизировать структуру и создавать адаптивные энергосистемы. Однако это требует экспериментального изучения временной структуры реального энергопотребления различными потребителями и создания стохастических моделей на основе применения теории импульсных случайных процессов.

В связи с этим были проведены статистические измерения горячего водопотребления на животноводческой ферме и в студенческой столовой академии. Измерения проводились тепловычислителем СПТ 941, выпускаемым российским ЗАО “Научно-производственная фирма “Логика” [14].

Тепловычислитель СПТ 941 обеспечивает учет тепловой энергии в двухтрубной закрытой и открытой системе водяного теплоснабжения, а также однострубной – горячего и холодного водоснабжения. Температура воды от 0 до 175°C, давление – до 1,6 МПа. Разность температур в подающем и обратном трубопроводе от 2 до 175 °С. К тепловычислителю СПТ 941 подключаются два однотипных термопреобразователя сопротивления и один или два водосчетчика. Тепловычислитель питается от встроенной

батареи и не требует наличия электросети. Тепловычислитель СПТ 941 обеспечивает регистрацию показаний параметров в электронном архиве. Архивные показания формируются за календарные часы, сутки и месяцы с учетом зимнего и летнего времени. Архив рассчитан на ретроспективу: 1080 последних часовых значений (45 суток), 185 последних суточных значений (6 месяцев), 48 последних месячных значений (4 года).

В течении мая-сентября 2008 г. был проведен почасовой учет расхода горячей воды на молочной ферме опытного хозяйства “Золотоношское” Золотоношского района Черкасской области. В летнем лагере содержалось 297 дойных коров при их двухразовом доении. На рис. 1 показано оборудование для подогрева и учета горячей воды. Подогретая в водонагревателе 3 вода через водяной счетчик 2 используется для технологических потребностей. Температура воды в водонагревателе измеряется термопреобразователем сопротивления 4, а учет горячего водопотребления – тепловычислителем СПТ 941.



Рис. 1. Вид летнего табора с оборудованием для нагрева и учета воды

На рис. 2 представлены графики почасового расхода горячей воды ( $m^3$ ) в течении суток. Представленные зависимости описываются импульсивным случайным процессом с детерминированными тактовыми интервалами.

При измерении горячего водопотребления в студенческой столовой академии были получены аналогичные результаты, однако статистические параметры импульсного случайного процесса с детерминированными тактовыми интервалами имели другое значение [15].

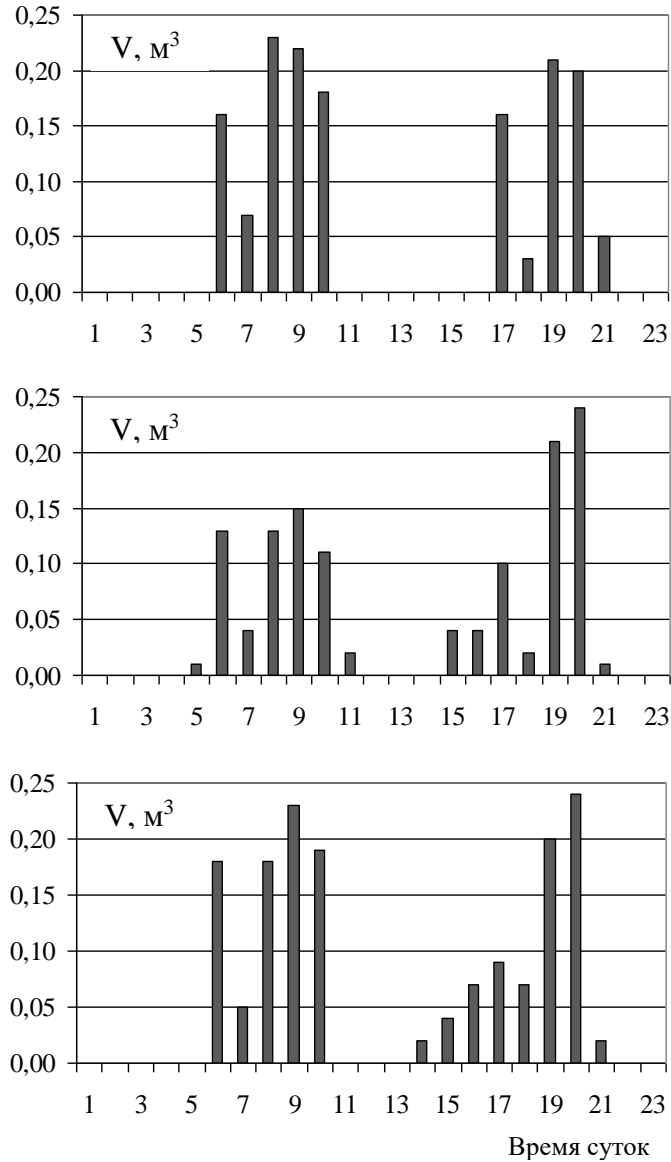


Рис. 2. Часовые значения потребления объема горячей воды

Исследования, проведенные в академии, позволили усовершенствовать конструкцию плоского солнечного коллектора с абсорбером в виде поглощающей пластины и трубного регистра, трубопроводы которого размещены над либо под пластиной (и имеют контакт с ней) или объединены с пластиной, образуя щелевые проточные каналы для теплоносителя. Суть технического решения состоит в максимальном (в 1,75 – 1,85 раза) увеличении площади солнечной поверхности поглощающей пластины за счет ее оригинального конструктивного исполнения, что позволило повысить термический коэффициент полезного действия и эффективность плоского солнечного коллектора в целом.

В начале 2009 года в Кракове было подписано соглашение между Полтавской государственной аграрной академией (ПГАА) и Объединением школ электротехнических (ОШЭ) №1 о сотрудничестве по реализации польско-украинского образовательного проекта в области ВИЭ.

Цель проекта направлена на организацию учебного процесса по энергосбережению и ВИЭ по стандартам ЕС, экспериментальное подтверждение экономической и экологической целесообразности использования ВИЭ, демонстрацию принципов работы и конструктивных особенностей оборудования ВИЭ.

Проект предусматривает также: разработку образовательных и научных материалов, лабораторных и практических заданий для учебного процесса на базе лабораторий в Кракове и Полтаве; интеграцию польского и украинского студенчества путем совместного участия в проекте; обмен преподавателями и научными сотрудниками; проведение в Кракове и Полтаве студенческих и преподавательских научно-методических конференций, семинаров, выставок и презентаций продукции фирм, работающих в области ВИЭ.

В рамках указанного проекта в 2010 г. на инженерно-технологическом факультете ПГАА была создана лаборатория «Энергосбережения и возобновляемых источников энергии», действующее оборудование которой используется как в учебно-исследовательских целях, так и для обеспечения горячей водой студенческого общежития и учебной ветеринарной клиники. В лаборатории используются гелиоколлекторы различных типов, ветрогенератор с измерителем скорости, различные измерительные приборы. Все оборудование подключено к объединенной компьютерной сети, что позволяет с помощью специального программного обеспечения проводить измерение многочисленных параметров, характеризующих работу различных систем.

На основе 4-го издания польского учебника [16] было написано учебное пособие «Відновлювальні джерела енергії: досвід Польщі для України» [17]. Для бакалавров инженерно-технологического факультета и факультета ветеринарной медицины читается дисциплина «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии», чтение которой запланировано на других факультетах академии.

Опыт эксплуатации польской гелиосистемы neosol 250 для горячего водообеспечения (ГВО) студенческого общежития показал ее надежную работу на протяжении всего года, как летом, так и зимой. Это достигается за счет того, что теплоноситель в гелиоколлекторе (рис. 3) не смешивается с водой системы ГВО, а циркуляция обеспечивается действием циркуляционного насоса. В этой системе первичный контур с коллектором и теплообменником заполняется жидкостью с низкой, до  $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температурой замерзания и высокой, до  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температурой испарения. Система с солнечными коллекторами neosol 250 гарантирует получения до

60% годовой потребности в ГВО.

Проведенные исследования показали, что гелиосистема с 4-6 солнечными коллекторами типа neosol 250, теплообменником с ТЕН-ом может обеспечить годовую потребность в горячем водоснабжении животноводческой фермы, насчитывающей до 100 коров.



Рис. 3. Солнечные коллекторы neosol 250 в лаборатории ВИЭ

**Выводы.** Показано, что теория импульсных случайных процессов является основой описания случайных процессов генерации и потребления энергии в системах солнечной энергетики. Импульсные случайные процессы с детерминированными тактовыми интервалами адекватно описывают потоки горячего водопотребления на животноводческих фермах.

Статистические параметры случайных потоков горячего водопотребления могут быть экспериментально определены тепловычислителями типа СПТ 941, обеспечивающими возможность регистрации и электронного архивирования 1080 ретроспективных часовых значений этих процессов, что соответствует наблюдению в течение 45 суток.

Обеспечение горячей водой животноводческих ферм может быть реализовано на основе использования гелиоколлекторов типа neosol 250, включенных в двухконтурную систему солнечного подогрева.

Литература

1. Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы / Н.М. Мхитарян. – К.: Наукова думка, 1999. – 319 с.
2. Безруких П.Т. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии / П.Т. Безруких, Д.С. Стребков. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2005. – 264 с.

3. *El Bassam N.* Integrated Renewable Energy for Rural Communities / N. El Bassam, P. Maegaard. – Amsterdam: Elsevier, 2004. – 315 p.
4. *Mukund R. Patel.* Wind and Solar Power System / Mukund R. Patel. – London – New York – Washington: CRS Pres, 2005. – 472 p.
5. *Смердов А.А.* Оценка возможного потенциала возобновляемых источников энергии Полтавской области / А.А.Смердов, М.Ю. Поляков, В.С. Бондаренко // Збірник наукових праць інституту електродинаміки НАНУ: Спеціальний випуск. – Київ, 2004. С. 106-110.
6. *Смердов А.А.* Автономная ветроэлектрическая установка мощностью 1 кВт для фермерского хозяйства / А.А.Смердов, А.И. Яковлев и др.// Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Часть 4. М.: - 2004. – С. 181-186.
7. *Смердов А.А.* Статистичні характеристики швидкості вітру в регіоні м. Полтави / А.А. Смердов, Є.М. Бульба// Вісник ПДАА. – Полтава: ПДАА, 2011. – Вип. 1 (60). – С.153-157.
8. *Кудря С.О.* Відновлювана енергетика України: наука, освіта, законодавчо-правова та виробнича база / С.О. Кудря, Л.В. Яценко // Матеріали VI Міжнародної конференції «Відновлювана енергетика XXI століття». – АР Крим. – 2005. – С.81-85.
9. *Smerdov A.* Stochastic models in solar energy / A. Smerdov, B. Bondarenko, M. Polyakov, A. Brykun // Proc. 4-th Res. and Devel. Conf of Central and Eastern European Inst. of Agricultural Engin. – Moscow: VIESH, 2005. – P. 134 – 139.
10. *Smerdov A.* Renewed energy sources and power supplies of radio – electronic devices / A. Smerdov, B. Bondarenko, M. Polyakov // Proc. International Conf. on TCSET' 2004. – Lviv (Ukraine), 2004. – P. 493.
11. *Смердов А.А.* Описание случайных процессов генерации и потребления энергии в системах солнечной энергетики / А.А. Смердов, А.Н. Брикун, В.С. Бондаренко, М.Ю. Поляков // Матеріали IV міжнародної конференції “Відновлювана енергетика XXI століття”. – АР Крим. – 2005. – С. 44 – 48.
12. *Смердов А.А.* Математическое моделирование возобновляемых источников электрической энергии / А.А. Смердов, А.Н. Брикун // Електроенергетичні та електромеханічні системи. Вісник національного університету “Львівська політехніка”, №637. – Львів, 2009. – С.83-87.
13. *Смердов А.А.* Математические модели энергетических процессов в возобновляемой солнечной энергетике / А.А. Смердов // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип.10, Т. 7, - Мелітополь, 2010. – С.72-79.
14. *Смердов А.А.* Статистическое согласование энергопотоков солнечного излучения и горячего водоснабжения на животноводческих фермах / А.А. Смердов, А.Н. Брикун// Праці Таврійської державної агротехнічної академії – Вип. 41, - Мелітополь, 2006. – С. 136-141.



15. *Смердов А.А.* Статистическая модель процесса горячего водопотребления студенческой столовой / А.А. Смердов, А.Н. Брикун, В.С. Бондаренко, М.Ю. Поляков // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Ч.3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. – М.: ВИЭСХ, 2006. – С. 281–286.
16. *Ryszard Tytko.* Odnawialn Zrodla Energii. / T. Ryszard. - Wydanie 4.– Warszawa, 2010. – 443 с.
17. *Ришард Т.* Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України)/ Т. Ришард, В. Калініченко.– Варшава – Краків – Полтава, 2010.

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ НА ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМАХ**

А.А. Смердов, О.М. Брикун

### *Анотація*

**В статті розглянуті питання застосування сонячних колекторів на тваринницьких фермах. Показано, що аналіз гарячого водоспоживання на фермах доцільно проводити на основі застосування теорії випадкових процесів, статистичні характеристики яких можуть бути визначені теплообчислювачами, які випускаються промисловістю.**

## **QUALITIES OF SOLAR COLLECTORS DETERMINATIEN IN THE ANIMALS FARMS**

A. Smerdov, A. Brykun

### *Summary*

**The article deals with questions of solar collectors appling in the animals farms. It shows that analysis of hot water product must take with using of theory impact casual processes, which statystical data will be determine by hotmeters produced by industry.**