

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 620.92

Стасевич
Иван Анатольевич

**МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ И УСТРОЙСТВА НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ
МОНИТОРИНГА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ**

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра
по специальности 1-39 80 01 «Радиосистемы и радиотехнологии»

Научный руководитель
доктор технических наук,
профессор Листопад Н. И.

Минск 2021

ВВЕДЕНИЕ

При высокой температуре любое нагретое тело значительную долю тепловой энергии излучает в виде потока световых и тепловых лучей. Чем выше температура нагретого тела, тем больше интенсивность излучения. Тело, нагретое приблизительно до 600°C , излучает невидимые инфракрасные тепловые лучи. Дальнейшее увеличение температуры приводит к появлению в спектре излучения видимых световых лучей. По мере повышения температуры цвет меняется: красный цвет переходит в желтый и белый, представляющий собой смесь излучений разной длины волны.

Способность к излучению различна у разных поверхностей. Наибольшей лучеиспускательной и лучепоглощающей способностью обладает так называемое абсолютно черное тело. Реально существующие в природе тела не обладают свойствами абсолютно черного тела, но могут иметь близкие к нему свойства. Например, лучеиспускательная способность графита в порошке составляет 95% по отношению к излучательной способности абсолютно черного тела.

Энергия излучения неравномерно распределяется между колебаниями с разной длиной волны. Чем выше температура, тем большая доля энергии приходится на излучение с меньшей длиной волны. Например, в солнечном свете значительную долю составляет ультрафиолетовое излучение с малой длиной волны. Яркость излучения однозначно зависит от температуры, следовательно, измеряя яркость, можно определить температуру.

Существующие приборы для измерения температуры по интенсивности излучения градуируются по излучению искусственного абсолютно черного тела. Поэтому при практических измерениях они заведомо имеют некоторую погрешность. Особенностью пирометров излучения является то, что измерение температуры производится без непосредственного контакта прибора с объектом измерения, что позволяет контролировать температуру сильно нагретых тел, а также движущихся объектов.

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОТЫ

Актуальность темы магистерской диссертации

Актуальность темы исследования обусловлена возрастающими потребностями в альтернативных источниках энергии различными потребителями. В настоящее время экологическая безопасность является одной из основных проблем, волнующих практически всех жителей Земли.

Альтернативные источники энергии – это устройства, методы и сооружения, позволяющие получить электрическую энергию (или другой требуемый вид энергии), заменяющий собой традиционные источники энергии, работающие на нефти, газе и угле.

Так как нефть, газ и уголь конечны, то и были придуманы способы добычи энергии за счет солнца, ветра и воды. Получение электроэнергии такими способами абсолютно не вредят планете Земля, а процессы переработки не вызывают никаких последствий, связанных с загрязнением атмосферы. Солнце является одним из основных источников получения электроэнергии. На данный момент ни один умный дом, не может обойтись без устройств, работающих от солнечной энергии.

Так же рассматриваются основные методы и алгоритмы мониторинга солнечной активности, а также устройства, которые обеспечивают инновационные процессы логирования данных солнечной энергии.

Цель и задачи магистерской диссертации

Разработать методы, алгоритмы и устройство на их основе для мониторинга солнечной активности, позволяющее обеспечить более обоснованный по сравнению с аналогами выбор солнечных батарей для потребителей с альтернативными источниками энергии.

Объект и предмет исследования

Объектом являются методы, алгоритмы для мониторинга солнечной активности.

Предмет исследования. Устройство для мониторинга солнечной активности в домах с альтернативными источниками энергии, а также возможности и условия его использования.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке новых методов и алгоритмов, а также устройства для мониторинга солнечной активности, которые позволяют эффективно анализировать большой объем данных солнечной активности.

Разработанное устройство является неотъемлемой частью систем, которые используются в домах, работающих на возобновляемых источниках энергии.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Методы и алгоритмы мониторинга солнечной активности, отличающиеся от известных тем более высокой точностью и скоростью обработки информации, полученной с датчиков солнечной активности

2. Устройство для мониторинга солнечной активности, основанное на предложенных методе и алгоритме, функционирующее в режиме непосредственного наблюдения и обладающее более высокой точностью и скоростью оценки солнечной активности.

3. Результаты разработки и применения устройства для мониторинга солнечной активности, позволившие обеспечить обоснованность выбора типа и количества солнечных батарей для конечных пользователей.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано три печатные работы:

1. И.А.Стасевич. Методы мониторинга солнечной активности./ Доклады БГУИР, 2020, № 8.- С.75-83;

2. И.А. Стасевич. Устройство для мониторинга солнечной активности./ Доклады БГУИР, 2019, № 15.- С.57-61;

3. И.А. Стасевич. Методы и алгоритмы мониторинга солнечной активности./ Доклады БГУИР, 2020, № 9.- С.43-48.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы. Материал изложен на 64 страницах, включает 27 рисунков и одно приложение. Список использованной информации содержит 34 наименования.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **первой главе** делается обзор существующих методов и алгоритмов мониторинга солнечной активности. Рассматривается принцип работы устройств, которые реализуют данные методы и алгоритмы. Какова их роль в работе непосредственно с солнечными батареями.

Во **второй главе** разрабатываем новый метод, алгоритм и устройства на их основе для мониторинга солнечной активности. Основные принципы работы устройств, базирующихся на данных методах и алгоритмах.

В **третьей главе** производим разработку схемы электрической структурной устройства для мониторинга солнечной активности. Производим детальный анализ работы самого устройства, а также обосновываем выбор тех или иных блоков.

В **четвертой главе** производится анализ схемы электрической принципиальной устройства для мониторинга солнечной активности. Производим разработку основных узлов.

В **пятой главе** выполняем анализ программы для построения графиков значений инсоляции на временной шкале. Произведено построение графиков за отведенный промежуток времени, на которых отчетливо виден результат логирования данных солнечной активности.

В **шестой главе** делаем обзор программного обеспечения PIC контроллера в устройстве для мониторинга солнечной активности. Объяснено, как контроллер производит запись, чтение и стирание данных на флеш-карте. Программирование PIC контроллера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования были рассмотрены основные методы и алгоритмы мониторинга солнечной активности, а также устройства, которые обеспечивают данные процессы. Рассматривается устройство для мониторинга солнечной активности, его плюсы и минусы относительно других аналогичных устройств.

Солнце является одним из возобновляемых альтернативных источников энергии. На сегодняшний день альтернативные источники тепла широко используют в аграрном хозяйстве и в бытовых нуждах населения.

Использование энергии солнца на земле играет важную роль в жизни человека. При помощи своего тепла солнце, как источник энергии, нагревает всю поверхность нашей планеты. Благодаря его тепловой мощности дуют ветра, нагреваются моря, реки, озера, существует все живое на земле.

Возобновляемые источники тепла, люди начали использовать еще много лет назад, когда современных технологий еще не существовало. Солнце является одним из доступных альтернативных и экологически чистых на сегодняшний день поставщиком тепловой энергии на Земле.

Свет, который излучает солнце на земле, при помощи пассивных, а также активных систем превращается в тепловую энергию.

В свою очередь, к активным системам относятся коллекторы, преобразовывающие солнечную радиацию в энергию, а также фотоэлементы, конвертирующие ее в электричество. К таким системам относят солнечные батареи.

Солнечная батарея — это набор модулей, воспринимающих и преобразующих солнечную энергию, в том числе и тепловых. Но этот термин традиционно закрепился за фотоэлектрическими преобразователями. Поэтому, говоря «солнечная батарея» подразумеваем фотоэлектрическое устройство, преобразующее солнечную энергию в электрическую.

Солнечные батареи способны генерировать электрическую энергию постоянно или аккумулировать ее для дальнейшего использования. Впервые фотоэлектрические батареи были применены на космических спутниках.

Достоинство солнечных батарей — максимальная простота конструкции, простой монтаж, минимальные требования к обслуживанию, большой срок эксплуатации. При установке солнечные батареи не требуют дополнительного места.

Единственное условие — не затенять их в течении длительного времени и удалять пыль с рабочей поверхности.

Современные солнечные батареи способны сохранять работоспособность в течении десятилетий! Трудно найти другую систему настолько безопасную и эффективную с длительным сроком действия! Солнечные батареи вырабатывают энергию в течении всего светового дня, даже в пасмурную погоду.

Но Солнечные батареи имеют свои недостатки в применении:

- Чувствительность к загрязнениям. (Если расположить батарею под углом 45 градусов, то она будет очищена дождем или снегом, тем самым не потребуются дополнительные обслуживания)
- Чувствительность к высокой температуре. (Да, при нагреве до 100 — 125 градусов солнечная батарея может даже отключиться и может потребоваться система охлаждения. Вентиляционная система при этом затратит малую долю вырабатываемой батареей энергии. В современных конструкциях солнечных батарей предусмотрена система оттока горячего воздуха.)
- Высокая цена. (Принимая во внимание длительный срок службы солнечных батарей, то она не только окупит затраты на ее приобретение, но и сэкономит средства при потреблении электроэнергии, сэкономит тонны традиционных видов топлива при том экологически безопасна)

В современной архитектуре все чаще планируют строить дома с встроенными аккумуляторными источниками солнечной энергии. Солнечные батареи устанавливают на крышах зданий или на специальных опорах.

Эти здания используют тихий, надежный и безопасный источник энергии — Солнце.

Солнечная энергия используется для освещения, отопления помещений, охлаждения воздуха, вентиляции, производства электроэнергии.

Выбор места для постановки батареи, а также определение габаритов и типа солнечных панелей является немаловажной вещью, для обеспечения дома необходимой электроэнергией. После установки солнечных батарей, необходимо производить мониторинг работы панелей (поворот панелей относительно солнца) для достижения большего КПД. В связи с этим используются различные устройства, которые реализуют данные решения и возможности.

Солнечный трекер (Solar tracker) — устройство, предназначенное для отслеживания положения солнца и ориентирования несущей конструкции таким образом, чтобы получить максимальный КПД от солнечных батарей (или других устройств, установленных на трекере). Концепция трекера предельно проста — по нескольким датчикам контроллер определяет оптимальное положение для солнечной батареи и заставляет серводвигатель поворачивать платформу с устройством в необходимую сторону.

Мобильная станция мониторинга работы солнечной батареи — устройство относится к области измерительной техники и может быть использована для мониторинга работы солнечных батарей, как в стационарных, так и в передвижных, переносных условиях. Технический результат - возможность оценки эффективности солнечной батареи в натуральных условиях, а именно оценки коэффициента полезного действия, деградации тока короткого замыкания, напряжения холостого хода, мощности, и вольт-амперной характеристики. Предлагаемая мобильная станция мониторинга работы солнечной батареи содержит эквивалент нагрузки, блок управления, средства для измерения параметров учитывающих климатические факторы, а

также, по меньшей мере, один датчик температуры рабочей поверхности солнечной батареи, средства для измерения суммарной солнечной радиации, при этом эквивалент нагрузки и все упомянутые измерительные средства соединены с блоком управления, а эквивалент нагрузки имеет вход для соединения его с исследуемой солнечной батареей. Эквивалент нагрузки представляет собой источник тока, управляемый напряжением. Для измерения параметров, учитывающих климатические факторы, она содержит, по меньшей мере, один датчик температуры воздуха, по меньшей мере, один датчик влажности воздуха и, по меньшей мере, один датчик давления воздуха, для измерения суммарной солнечной радиации, она содержит пиранометр.

Устройство для мониторинга солнечной активности – данное устройство используется для логгирования данных солнечной энергии и может применяться в различных комплексах, где используются солнечные батареи и модули. Было разработано для определения эффективного места постановки батареи, а также с помощью него вычисляем оптимальное количество секций солнечных панелей, дабы обеспечить дом электроэнергией на весь год.

Устройство измеряет ежедневную инсоляцию. В устройстве применены микроконтроллер PIC18F458 и флеш-карта памяти ММС на 128 Мб. Солнечное излучение измеряется солнечным элементом. Микроконтроллер управляет картой памяти через SPI интерфейс. Интервал между записями установлен в одну минуту. Микроконтроллер автоматически определяет наличие карты памяти, открывает файл и начинает запись. На ЖК-дисплее в режиме реального времени индицируется имя файла, текущий номер записи и измеренное значение данных АЦП. Использование флеш-карты памяти позволило регистрировать большой объем данных и быстро их просматривать на персональном компьютере.

Для оценки солнечной энергии в исследуемой местности мы регистрируем инсоляцию (Вт/м^2). Ежедневное количество солнечной энергии может быть легко вычислено интегрированием графика. Особенностью данного устройства является использование PIC микроконтроллера и карты памяти Multimedia Card для измерения и хранения данных.

Из приведенных выше устройств, больше полюсов у устройства, для мониторинга солнечной активности. Это устройство простое в реализации так как имеет большое количество возможностей: дешевая элементная база, малые габариты, которые могут выполнять как мониторинг работы батареи, так и верный выбор вида панелей, их мощности, количества и места установки. А единственный минус с аналогичными устройствами, это отсутствие дистанционного мониторинга.

Таким образом, можно сформулировать следующие результаты исследования:

Предложены метод и алгоритм мониторинга солнечной активности, отличающиеся от известных тем более высокой точностью и скоростью обработки информации, полученной с датчиков солнечной активности

Разработано и апробировано устройство для мониторинга солнечной активности, основанное на предложенных методе и алгоритме, функционирующее в режиме непосредственного наблюдения и обладающее более высокой точностью и скоростью оценки солнечной активности.

Результаты разработки и применения устройства для мониторинга солнечной активности позволили обеспечить более точный и качественный выбор типа и количества солнечных батарей для конечных пользователей.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Боровиков, С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности. / С.М. Боровиков. – Минск : Дизайн ПРО, 1998.
- [2] Бродин, В.Б. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс / В.Б. Бродин, И.И. Шагурин. – М. : ЭКОМ, 2000.
- [3] Ненашев, А.П. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб. для радиотехнич. спец. Вузов / А.П. Ненашев. – Москва : Высшая школа, 1990.
- [4] Преснухин, Л.Н., Конструирование электронных вычислительных машин и систем. Учеб. для вузов по спец. «ЭВМ» и «Конструирование и производство ЭВА» / Л.Н. Преснухин. – Москва : Высшая Школа, 1986.
- [5] Фрунзе, А.В. Микроконтроллеры? / А.В. Фрунзе. – М. : ИД СКИМЕН, 2002.
- [6] Шимкович, А.А. Проектирование несущих конструкций электронных устройств: Учеб. Пособие / А.А.Шимкович. – Минск : Адукацiя i выхаванне, 2003.
- [7] ГОСТ 10316-78 «Гетинакс и стеклотекстолит фольгированные. Технические условия»
- [8] ГОСТ 10317-79 «Платы печатные. Основные размеры».
- [9] ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия исполнения для различных климатических районов».
- [10] ГОСТ 21931-76 «Припой оловянно-свинцовые в изделиях. Технические условия»
- [11] Свирид, В. Л. Микроэлектронные и преобразовательные устройства: учебное пособие для студ. спец. «Радиоинформатика». В 2 ч. Ч. 1: Микроэлектронные устройства / В. Л. Свирид. – Минск : БГУИР, 2005. – 134 с.
- [12] Свирид, В. Л. Микроэлектронные и преобразовательные устройства: Учебное пособие для студ. спец. учреждений, обеспечивающих получение высшего образования. В 2 ч. Ч. 2 : Преобразовательные устройства / В. Л. Свирид. – Минск : БГУИР, 2007. – 136 с.
- [13] Свирид, В. Л. Аналоговая микросхематехника : Учебное пособие для студ. спец. «Радиоинформатика». В 3 ч. Ч. 1 : Интегральные микросхемы. Системотехническое проектирование радиоэлектронной аппаратуры / В. Л. Свирид. – Минск : БГУИР, 2003. – 232 с.
- [14] А. с. 714317 СССР, МК И² G 01 R31/26. Устройства для измерения координат термостабильной точки полевых транзисторов / В. Л. Свирид(СССР). – заявл. 14.09.77, опубл. 05.06.80, Бюл. №20. – 6 с.
- [15] Свирид, В. Л. Прецизионные источники опорного напряжения на основе полевых транзисторов / В. Л. Свирид // Известия Белорусской инженерной академии. – Минск : УП «Бестпринт», 2003, – №1 (15)4. – С. 178-183.
- [16] Свирид, В. Л. Микросхематехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие для радиотех. спец. вузов. / В. Л. Свирид. – Минск: Дизайн ПРО, 2007. – 256 с.

[17] Гутников, В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – 2-у изд., перераб. и доп. / В. С. Гутников. – Ленинград: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1988. – 304 с.

[18] Свирид, В. Л. Проектирование аналоговых электронных устройств: Учебное пособие для радиотех. спец. вузов. / В. Л. Свирид. – Минск: БГУИР, 2010. – 296 с.

[19] Бигелу, С. Устройство и ремонт персонального компьютера / С. Бигелу. – М. : Бином-Пресс, 2005.

[20] Дреус, Ю. Г. Организация ЭВМ и вычислительных систем / Ю. Г. Дреус. – М. : Высш. шк., 2006.

[21] Каган, Б. М. Основы эксплуатации ЭВМ / Б. М. Каган, И. Б. Мкртумян. – М. : Энергоатомиздат, 1988.

[22] Сиверс А.П. Проектирование радиоприемных устройств: учебное пособие для вузов / под ред. А.П. Сиверс. – М. : Советское радио, 1976. – 487 с.

[23] Зиборов С.Р. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Прием и обработка сигналов» для студентов дневной и заочной форм обучения специальности «Радиотехника» / С. Р. Зиборов. – Севастополь :СевНТУ, 2007. – 100 с.

[24] Ветров И.Л. Электронные устройства на аналого-цифровых интегральных схемах :учебное пособие / И.Л.Ветров. – Севастополь :СевНТУ, 2006. – 282 с.

[25] Чип и дип. Электронные компоненты и приборы [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.chipdip.ru/>.

[26] Надольский А. Н. Теоретические основы радиотехники: / А. Н. Надольский. – Минск.: БГУИР, 2005.

[27] Кузнецов В. Ю., Басв А. Б. Спектральный и временной анализ импульсных и периодических сигналов. – М.: Радио и связь, 1986 г.

[28] Надольский А. Н. Конспект лекций по курсу «Теоретические основы радиоэлектроники», Минск, 2016 г.

[29] Практическая электроника – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.meanders.ru/stabilizator.shtml>

[30] Титце У. Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. 12-е издание. Перевод Г.С. Карабашев.- Москва: Додэка XXI, 2015. – 828 с.)

[31] Datasheet DS18B20 – Электронные данные. – Режим доступа: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>

[32] Datasheet МОС3021 – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.farnell.com/datasheets/97984.pdf>

[33] Datasheet МАХ3059– Электронные данные. – Режим доступа: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/МАХ3058-МАХ3059.pdf>

[34] Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию проектов инженерного профиля». А.А. Носенко. Минск 2010.

Библиотека БГУИР