

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УДМУРТСКИЙ ГАУ»

Факультет энергетики и электрификации  
Кафедра «Автоматизированный электропривод»

**ОТЧЕТ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И  
ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ ДИССЕРТАЦИЙ

Выполнил:  
Студент 461 группы

Сидоров Е.Л.

Научный руководитель:  
Профессор

Лекомцев П.Л.

Проверил:  
д-р. техн. наук,  
профессор

Юран С.И.

Ижевск 2023 год

**Тема:** Разработка эффективной системы наружного освещения с питанием от солнечной мини-электростанции учебного корпуса № 3 ФГБОУ ВО «УДМУРТСКИЙ ГАУ».

**Объект исследования:** автономная система с солнечной мини-электростанцией.

**Предмет исследования:** изучение процессов получения и распределения энергии для освещения.

**Цель:** разработать эффективную автономную систему с солнечной мини-электростанцией, для питания систем уличного освещения территории учебного корпуса № 3 ФГБОУ ВО «УДМУРТСКИЙ ГАУ».

**Задачи:**

1. изучить общие принципы работы, устройства, географических и климатических условий размещения фотоэлектрических систем;
2. исследовать основные требования к существующим системам уличного освещения и изучить их характеристики;
3. рассмотреть технические характеристики основных элементов, необходимых для построения эффективных систем уличного освещения;
4. на основе полученных экспериментальных данных провести расчет миниСЭС для системы уличного освещения, и подобрать для её построения соответствующее оборудование.

**Новизна:** уникальность заключается в том, что с помощью специально разработанного программного обеспечения и «умного» светильника, имеется возможность контролировать все параметры системы, программировать её работу, изменять режимы работы, определять уровень загрязнения солнечной батареи и т.д. Подключение компьютера к системе уличного освещения производится посредством последовательного интерфейса по стандарту USB 2.0.

**Практическая значимость:**

1. Провести экспериментальные исследования, которые позволят разработать научную основу и создать практическую базу для энергоэффективного использования осветительных установок на основе экспериментальных данных;

2. Предложить алгоритм работы программируемых логических контроллеров, управляющих режимом освещенности, который позволит более эффективно расходовать энергоресурсы за счет учета влияния;
3. Анализ экспериментальных исследований позволил разработать программу на современном языке программирования для логических контроллеров, принципиально новая интеллектуальная система управления режимами работы и «умный» светильник со ступенчатым изменением светового потока, позволяет более эффективно вырабатывать электроэнергию и преобразовывать её в световую.

**Гипотеза:** автономная эффективная энергоустановка на основе ВИЭ должна включать автоматическую систему управления, которая позволит, с одной стороны регулировать режим работы установки с учетом климатических условий эксплуатации и характеристик используемого оборудования, с другой стороны согласовывать режимы выработки энергии с учетом переменных графиков потребления, позволят снизить себестоимость всей системы освещения как минимум в 2-3 раза.

## **План магистерской диссертации**

Введение

1 Общие принципы построения фотоэлектрических систем

1.1 Распределения солнечной радиации на поверхности Земли

1.2 Особенности климата УР

1.3 Основы создания энергоустановок на основе использования возобновляемых источников энергии

1.4 Исследование фотоэлектрических преобразователей, принцип работы и устройство солнечных батарей

1.5 Типы контроллеров заряда и принцип их работы

1.6 Накопители электрической энергии

2 Разработка конструкции и схемы управления экономичной системы уличного освещения

- 2.1 Основные требования к системам освещения
- 2.2 Принцип работы и особенности конструкции системы
- 2.3 Ориентация солнечных батарей в пространстве
- 2.4 Крепление солнечной батареи к опоре освещения
- 3 Разработка цифровой автоматизированной системы уличного освещения с питанием от миниСЭС
  - 3.1 Предпосылки и исходные данные для разработки миниСЭС
  - 3.2 Система уличного освещения с питанием от миниСЭС, размещенной на опоре
  - 3.3 Исследование характеристик фотоэлектрических систем
  - 3.4 Расчет числа и мощности солнечных батарей миниСЭС
  - 3.5 Расчет числа и емкости аккумуляторных батарей
  - 3.6 Аккумуляторные батареи для солнечной энергетики
  - 3.7 Разработка интеллектуального светильника
- 4 Оценка эффективности разработки
  - 4.1 Практика использования разработанной системы освещения
  - 4.2 Анализ полученных результатов
  - 4.3 Рекомендации по практическому использованию
- Заключение
- Список использованных источников
- Приложения

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет энергетики и электрификации

Кафедра электротехники, электрооборудования и электроснабжения

Направление подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

Автореферат диссертации

на соискание академической степени магистра

на тему: " Разработка эффективной системы наружного освещения с питанием  
от солнечной мини-электростанции учебного корпуса № 3 ФГБОУ ВО  
«УДМУРТСКИЙ ГАУ»

МАГИСТРАНТ \_\_\_\_\_ ст. магистратуры 1 курса Сидоров  
Е.Л.

(подпись)

РУКОВОДИТЕЛЬ \_\_\_\_\_ профессор Лекомцев  
П.Л.

(подпись)

КОНСУЛЬТАНТ \_\_\_\_\_ профессор Лекомцев П.Л.

(подпись)

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ \_\_\_\_\_ к. техн. наук, доцент Пантелеева Л.А

(подпись)

## Общая характеристика работы

**Актуальность исследования:** Существующее в настоящее время состояние систем уличного освещения в небольших городах и, особенно, в сельских населённых пунктах, а также проблемы, возникающие при создании условий комфортной среды для проживания, делают данную научно-исследовательскую работу актуальной. Во все времена для обеспечения своей жизнедеятельности, удовлетворения различных потребностей человек создавал, совершенствовал и развивал различные виды производства.

Изобретение топливных двигателей, а затем и электрических машин, явилось в свое время значительным событием в развитии энергетики. Оно определило и современное состояние электроэнергетики, в основе которой лежат электростанции, работающие на различном ископаемом топливе. Но в последнее время, когда казалось, что перспективы традиционной энергетики на ископаемом топливе достаточно устойчивы, в нарастающем темпе стали проявляться ее негативные стороны - загрязнение окружающей среды в сочетании с быстрым уменьшением легкодоступных запасов угля, нефти, газа. Таким образом, можно полагать, что освоение атомной энергии не устраняет проблем энергообеспечения. В настоящее время во многих странах Мира все большее внимание уделяется возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), при этом исследуются возможности использования энергии солнца, ветра, рек, 8 приливов, биотоплива и другие ВИЭ находятся в природе в естественном состоянии, поэтому не создают экологических проблем, и в силу своей возобновляемости являются неисчерпаемыми.

Практическое применение источников электрической энергии на основе использования ВИЭ, дает возможность создать систему любой сложности, которая не будет зависеть от сети централизованного энергоснабжения. Вместе с тем известно, что одной из основных проблем возобновляемой энергетики, является непостоянство выработки (волатильность) электроэнергии генерирующей установкой. Данная проблема, в большей степени относится к ветряной и солнечной энергетике, которые, в отличие от гидроэнергетики, могут быть использованы в качестве микрогенерации для небольших предприятий и автономных (изолированных) систем электроснабжения. Рассматриваемые в данной работе системы уличного освещения, как и все прочие системы освещения вообще, имеют одну очень важную особенность – использование электроэнергии в темное время суток, когда использование энергии солнца невозможно. Таким образом, получение электрической энергии от ВИЭ в населённых пунктах,

особенно в густонаселённых и имеющих высокие здания или сооружения, наиболее целесообразно и выгодно на основе использования энергии солнца, а не энергии ветра. В этой связи, при создании систем уличного освещения в населённых пунктах, необходимо решить достаточно сложную задачу, которая связана главным образом с тем, что такая система должна быть максимально эффективная, и в то же время, иметь минимальную себестоимость при заданных согласно СНиП параметрах. Существующее в настоящее время состояние систем уличного освещения в небольших городах и, особенно, в сельских населённых пунктах, а также проблемы, возникающие при создании условий комфортной среды для проживания, делают данную научно-исследовательскую работу актуальной.

**Объект исследования:** автономная система с солнечной мини-электростанцией.

**Предмет исследования:** изучение процессов получения и распределения энергии для освещения.

**Степень изученности проблемы:** в связи, при создании систем уличного освещения в населённых пунктах, необходимо решить достаточно сложную задачу, которая связана главным образом с тем, что такая система должна быть максимально эффективная, и в то же время, иметь минимальную себестоимость при заданных согласно СНиП параметрах.

**Цели исследования:**

1. исследование использования энергии солнца для систем уличного освещения;
2. разработка интеллектуальных и экономичных элементов осветительных установок;
3. экспериментальные исследования единичной системы освещения с использованием интеллектуальной системы управления наружным освещением (ИСУНО);
4. разработка эффективной системы уличного освещения с питанием от солнечной мини-электростанции.

**Задачи исследования:**

1. изучение общих принципов работы, устройства, географических и климатических условий размещения фотоэлектрических систем;
2. исследовать основные требования к существующим системам уличного освещения и изучить их характеристики;

3. рассмотреть технические характеристики основных элементов, необходимых для построения эффективных систем уличного освещения;
4. на основе полученных экспериментальных данных провести расчет миниСЭС для системы уличного освещения, и подобрать для её построения соответствующее оборудование.

**Новизна:** уникальность заключается в том, что с помощью специально разработанного программного обеспечения и «умного» светильника, имеется возможность контролировать все параметры системы, программировать её работу, изменять режимы работы, определять уровень загрязнения солнечной батареи и т.д. Подключение компьютера к системе уличного освещения производится посредством последовательного интерфейса по стандарту USB 2.0.

**Практическая значимость:**

1. Провести экспериментальные исследования, которые позволят разработать научную основу и создать практическую базу для энергоэффективного использования осветительных установок на основе экспериментальных данных;
2. Предложить алгоритм работы программируемых логических контроллеров, управляющих режимом освещенности, который позволит более эффективно расходовать энергоресурсы за счет учета влияния;
3. Анализ экспериментальных исследований позволил разработать программу на современном языке программирования для логических контроллеров, принципиально новая интеллектуальная система управления режимами работы и «умный» светильник со ступенчатым изменением светового потока, позволяет более эффективно вырабатывать электроэнергию и преобразовывать её в световую.

**Методика исследований:** при выполнении диссертационной работы применялись аналитические и экспериментальные методы исследования, использовались методы математического моделирования с применением программного обеспечения, теоретические основы электротехники, теории регрессивного анализа и математической статистики, методы прикладной экономики, а также современная измерительная аппаратура.



## СОДЕРЖАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и основные задачи исследований, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены основные положения, выносимую на защиту.

**В первой главе** исследованы распределения солнечной радиации на поверхности Земли, в частности особенности климата УР, а также изучены основы создания энергоустановок, на основе этих данных мы выбрали фотоэлектрические преобразователи, контроллеры заряда и накопители электрической энергии.

**Во второй главе** рассмотрены основные требования к системам освещения, принцип работы и особенности конструкции систем, на основе этих данных была создана новая структурная схема экономичной системы уличного освещения, также были рассмотрены ориентация солнечных батарей в пространстве и само крепление солнечной батареи к опоре освещения.

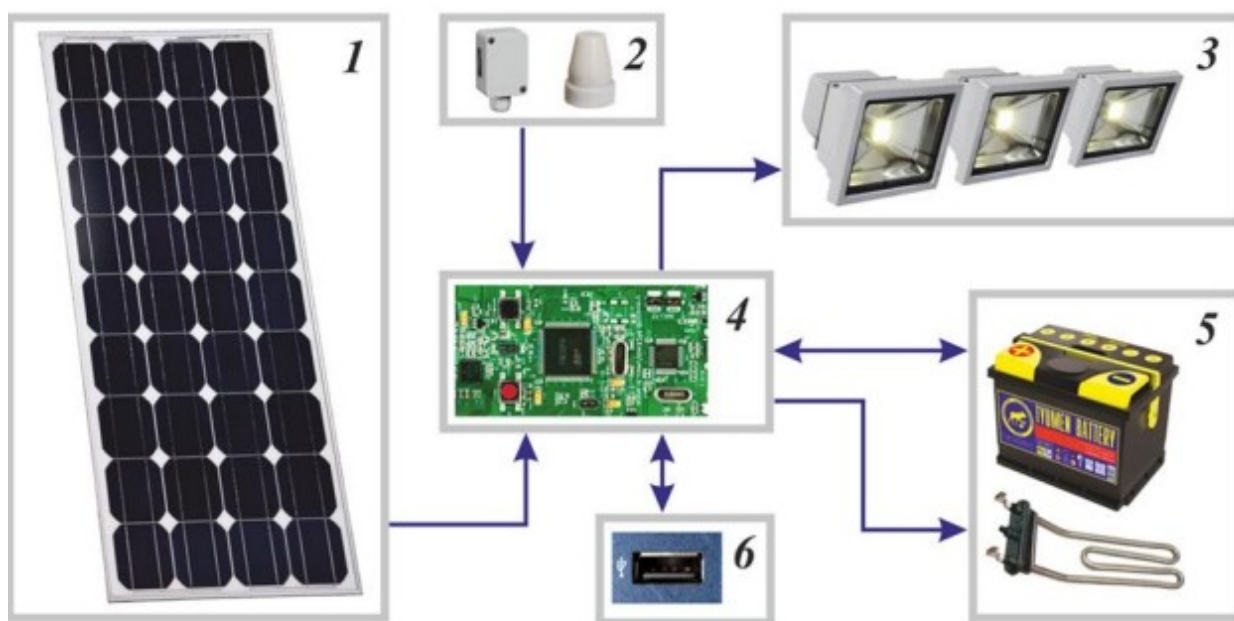


Рисунок 2.1 – Структурная схема экономичной системы уличного освещения

1 – солнечная батарея; 2 – блок датчиков; 3 – светильник со ступенчатой регулировкой светового потока; 4 – блок управления; 5 – блок аккумулятора; 6 – диагностический разъем

**В третьей главе** описывается разработка специализированной системы управления для работы системы уличного освещения, основываясь уже на существующих инструментальных программных комплексах автоматизации.

**В четвертой главе** приведен расчет экономической эффективности методом приведенных затрат для создания экономичной системы уличного освещения, даны рекомендации по практическому использованию.

#### **Заключение:**

- Исследованы общие принципы построения фотоэлектрических систем и принцип работы солнечных батарей.
- Разработана схема управления и конструкция экономичной системы уличного освещения.
- Проанализированы климатические условия для климата УР и в частности для города Ижевск.
- Разработана солнечная мини электростанция (миниСЭС) для питания систем уличного освещения.
- Проведены испытания систем уличного освещения в различных условиях эксплуатации и режимах работы.
- Выполнен расчет параметров миниСЭС позволяющий повысить ее эффективность и подобрать соответствующее оборудование.

#### **УДК 621.311.243**

6 - Прикладные науки. Медицина. Технология

62 - Инженерное дело. Техника в целом

62 - Общее машиностроение. Ядерная технология. Электротехника.

Технология машиностроения

621.3 - Электротехника. Радиотехника. Электроника

621.31 - Электроэнергетика. Производство, передача и регулирование электроэнергии. Электроизмерительная техника. Техническое применение магнетизма и статического электричества

621.311 - Энергосистемы в целом. Электростанции и подстанции.

Электрификация и сети

621.311.2 - Классификация электростанций по роду используемых двигателей или виду используемой энергии

621.311.24 - Электростанции, использующие природные источники энергии

621.311.243 - Солнечные электростанции. Солнечные коллекторы.

Солнечные батареи

#### **Пример статьи**

УДК 621.311.243

**Е. Л. Сидоров**, студент 1 курса магистратуры факультета энергетики и электрификации

Научный руководитель: **П.Л. Лекомцев**, доцент кафедры электротехники, электрооборудования и электроснабжения

Удмуртский ГАУ

Адрес: 426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11

## **Сравнительный анализ выбора оптимального типа солнечных коллекторов для комбинированных гелиосистем горячего водоснабжения и отопление города Ижевск**

В данной статье производится сравнительный анализ плоских солнечных коллекторов (СК) и СК на основе вакуумных трубок. Сравнение произведено исходя из климатологических характеристик города Ижевск. Рассчитана производительность отдельно каждого типа СК в конкретных условиях, а также стоимость кВт\*ч энергии, произведенной каждым типом СК в данном городе. Сделан вывод из произведенного анализа, и даны рекомендации по выбору типа СК, для города Ижевск.

**Актуальность:** актуальность использования солнечной энергии растет с каждым днем. Поиск новых источников электрической энергии, а также повышение энергоэффективности потребителей электрической энергии является важной составляющей современной науки в связи с ростом стоимости электроэнергии. Главной причиной использования солнечной энергии является её энергоёмкость и то, что рассматриваемый источник энергии не влечет за собой возникновения вреда окружающей среде.

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является актуальным не только для отдельных регионов РФ, но и для страны в целом. Внедрение и развитие ВИЭ необходимо как для обеспечения энергетической безопасности, так и для улучшения экологической ситуации. В РФ на федеральном уровне уделяется большое внимание стимулированию развития ВИЭ [6].

**Цель исследований:** выяснить на основе расчетов, какой из двух солнечных коллекторов выгодней использовать в одних и тех же климатических условиях города Ижевск.

**Задачи исследований:** Используя данные, приведенные в документации, рассчитаем месячные и годовую тепловую мощность одного СК на основе вакуумных трубок для города Ижевск. Рассчитаем месячные и

годовую тепловую мощность плоского коллектора, чтобы выбрать оптимальный тип СК произведем расчет стоимости 1 кВт·ч тепловой энергии, получаемой с помощью солнечных коллекторов.

**Материалы и методы исследований.** Сравнительный анализ вакуумных и плоских СК. Для проведения сравнительного анализа эффективности использования различных типов СК для города Ижевск, нам необходимо знать солнечную инсоляцию одного квадратного метра данного города, КПД исследуемых солнечных коллекторов и площадь их поглощающей поверхности. Месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации кВт·ч/м<sup>2</sup> для Ижевска» [8].

КПД вакуумных солнечных коллекторов, приведённый в технической литературе равен 67 % [8]. Площадь поглощения из 15-ти вакуумных трубок составляет 2,35 м<sup>2</sup>. Используя данные, приведенные в документации, рассчитаем месячные (рис.1) и годовую тепловую мощность одного СК на основе вакуумных трубок для города Ижевск [8]. Расчет производится по формулам:

$$P = 2,35 * E_m * \text{КПД} \quad (1)$$

$$P = 2,35 * E_g * \text{КПД}, \quad (2)$$

где  $E_m$  и  $E_g$  месячная и сумма годовой солнечной инсоляции соответственно [8].

Данные расчетов по месячной тепловой мощности вакуумного СК были представлены на рис. 1.

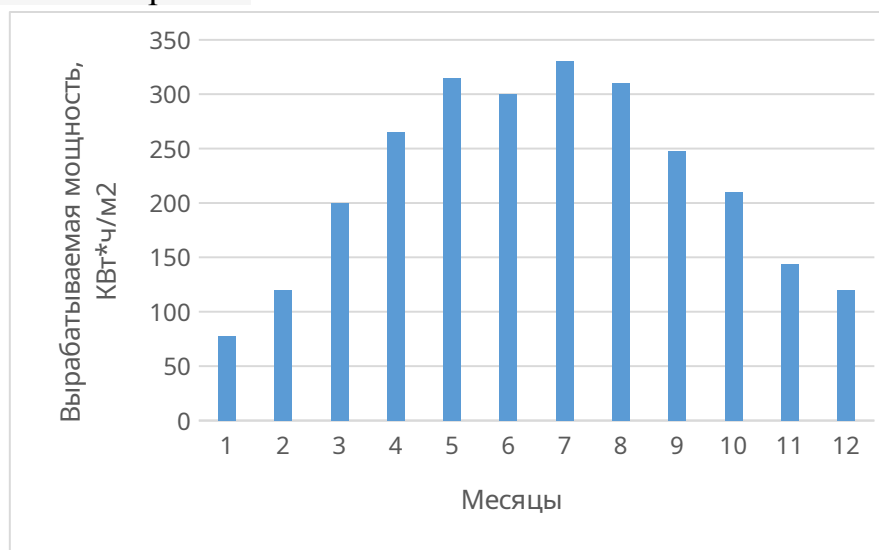


Рис. 1. Месячная тепловая мощность, вырабатываемая одним вакуумными СК.

Годовая тепловая мощность, вырабатываемая одним вакуумным СК:  
 $P = 2,35 * 1561 * 0,67 = 2457,8$  кВт·ч/м<sup>2</sup>.

КПД плоских солнечных коллекторов равен 45 %. Для сравнения выберем плоский солнечный коллектор «Energy EVO 2.5» с поглощающей поверхностью 2,3 м<sup>2</sup>. Рассчитаем месячные (рис.2) и годовую тепловую

мощность выбранного коллектора. Расчет производим по аналогии для вакуумного СК. Для более точной оценки полученных данных и дальнейшего расчета стоимости получаемой электроэнергии введем коэффициент разницы площадей поглощаемой поверхности равный:  $k=2,35/2,3=1,022$  [8].

Данные расчетов по месячной тепловой мощности плоского СК были представлены на рис. 2.

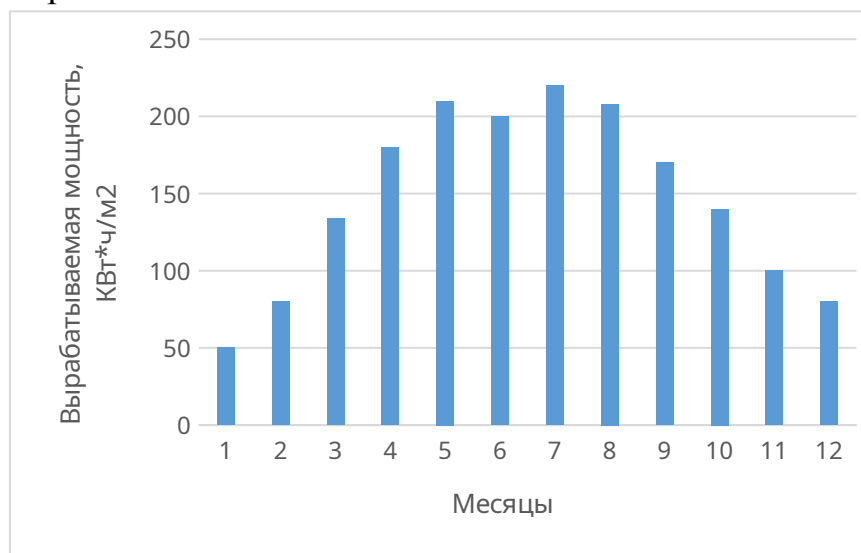


Рис. 2. Месячная тепловая мощность, вырабатываемая одним плоским СК.

Годовая тепловая мощность, вырабатываемая одним плоским СК:  $P=2,3*1561*0,45*1,022=1651,18$  кВт\*ч/м<sup>2</sup>. Чтобы выбрать оптимальный тип СК произведем расчет стоимости 1 кВт\*ч тепловой энергии, получаемой с помощью солнечных коллекторов (рис. 3). Для этого зададимся исходными данными: – Стоимость одного квадратного метра каждого типа СК – Срок эксплуатации равный 25 лет – Описанные выше условия эксплуатации. Расчет стоимости 1 кВт\*ч электроэнергии производим в специализированной программе, позволяющей учитывать, как параметры солнечного коллектора, так и климатологические характеристики региона, и стоимость традиционной электроэнергии. Ниже приведена диаграмма сравнения стоимости СК на основе вакуумных трубок и плоских СК [8].

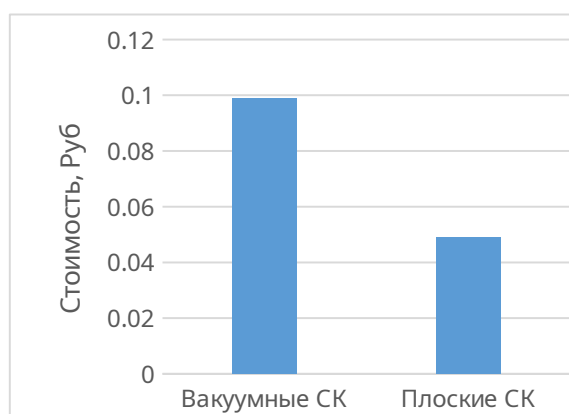


Рис. 3. Сравнение стоимости 1 кВт\*ч вырабатываемой энергии.

**Выводы.** Из произведенных расчетов и сравнения устанавливается, что для комбинированных гелиосистем ГВС и отопления в Ижевске наиболее оптимально использовать плоские солнечные коллекторы, т. к. в % соотношении КПД плоских СК на 22 % ниже вакуумных, но благодаря низкой стоимости внедрения делает их более широко используемыми.

**Литература:**

- 1) Постановление Правительства РФ от 28.05.2013г. N 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности»
- 2) Постановление Правительства РФ от от 23.01.2015 N 47 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии на розничных рынках электрической энергии».
- 3) Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки: научно-популярное издание. Москва энергоатомиздат 2016. 208 с.
- 4) Чудинов Д. М. Определение эффективности использования солнечных систем теплоснабжения: дис. кан. тех. наук: 05.23.03./Д. М. Чудинов. Воронеж 2017–181 с.
- 5) Систер В. Г., Цедилин А. Н., Иванникова Е. М., — Внедрение «зеленых технологий» в Российской Федерации — <http://elibrary.ru/item.asp?id=26323686> — статья, Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и Экология», № 11–12, с.88–92, издательство Научно-технический центр «ТАТА», 2016 г.

## РАЗРАБАТЫВАЕМАЯ ПОЛЕЗНАЯ МОДЕЛЬ

### Учебная заявка на полезную модель

Автономная система с солнечной мини-электростанцией



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 479 910** <sup>(13)</sup> **C1**

(51) МПК  
*H02J 7/35* (2006.01)  
*F24J 2/00* (2006.01)  
*H01L 31/00* (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011141796/07, 14.10.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
14.10.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.10.2011

(45) Опубликовано: 20.04.2013 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2414037 C1, 10.03.2011. RU 74171 U1,  
20.06.2008. US 2009260619 A1, 20.10.2009. US  
2004231716 A1, 25.11.2004. JP 2008270698 A,  
06.11.2008.

Адрес для переписки:

194021, Санкт-Петербург, ул.  
Политехническая, 26, ФТИ им. А.Ф. Иоффе  
РАН, патентно-лицензионная служба, В.И.  
Белову

(72) Автор(ы):

Аронова Екатерина Сергеевна (RU),  
Шварц Максим Зиновьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Физико-технический  
институт им. А.Ф. Иоффе Российской  
академии наук (RU)

(54) АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНОЙ  
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

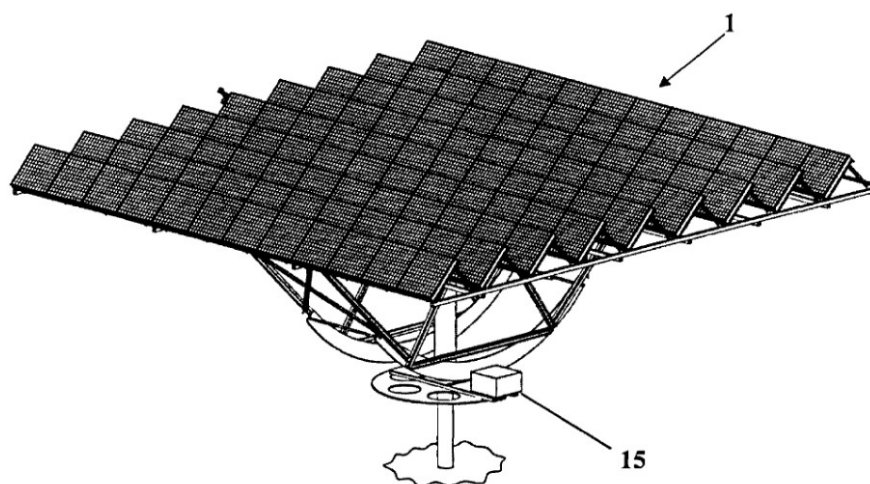
(57) Реферат:

Изобретение относится к области солнечной энергетики, в частности к непрерывно следящим за Солнцем солнечным установкам как с концентраторами солнечного излучения, так и с плоскими кремниевыми модулями, предназначенным для питания потребителей, например, в районах ненадежного и децентрализованного электроснабжения. Технический результат - повышение эффективности автономной системы электроснабжения на основе солнечной фотоэлектрической установки. Совместно включают две параллельные замкнутые цепи систем электроснабжения потребителя и приводов слежения за Солнцем. Система электроснабжения автономного потребителя содержит замкнутую цепь из

последовательно соединенных солнечной фотоэлектрической установки (1), контроллера заряда-разряда (2), блока аккумуляторных батарей (3), инвертора (4), блока сбора и обработки данных (5), потребителя мощности (6). Система электроснабжения приводов слежения за Солнцем представляет замкнутую цепь из последовательно соединенных солнечной фотоэлектрической установки (1), контроллера заряда-разряда (7), блока аккумуляторных батарей (8), блока управления системой электропитания двигателей (9), блоков питания и управления приводов двигателей (10) и (11), двигателей слежения за положением Солнца в азимутальной и зенитальной плоскостях (12) и (13). 5 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2 4 7 9 9 1 0 C 1

RU 2 4 7 9 9 1 0 C 1



МПК Н02J 7/35

Н – электричество

Н02 – производство, преобразование и распределение электрической энергии

Н02J – Схемы или системы питания электросетей и распределения электрической энергии; системы накопления электрической энергии

Н02J 7/00 – Схемы зарядки или деполяризации батарей; схемы питания сетей от батарей

Н02J 7/35 – Схемы зарядки или деполяризации батарей; схемы питания сетей от батарей - с элементами, чувствительными к свету

## 1. Цель полезной модели



Технический результат заключается в повышении эксплуатационной надежности с одновременным снижением габаритных размеров и веса изделия, снижение трудоемкости при изготовлении, монтаже и обслуживании.

## 2. Сопоставительный анализ

Таблица для сопоставительного анализа

	<b>Существенные признаки предлагаемого устройства</b>	<b>Существенные признаки прототипа</b>	<b>Схожие признаки предлагаемого устройства</b>	<b>Новые признаки предлагаемого устройства</b>
<b>1</b>	1	1	1	3
<b>2</b>	2	2	2	4
<b>3</b>	3	5	5	6
<b>4</b>	4	7	7	2-4-6
<b>5</b>	5	8	8	
<b>6</b>	6	1-3-7-8	1-3-7-8	
<b>7</b>	7			
<b>8</b>	8			
<b>9</b>	1-3-7-8			
<b>10</b>	2-4-5-6 в 7			

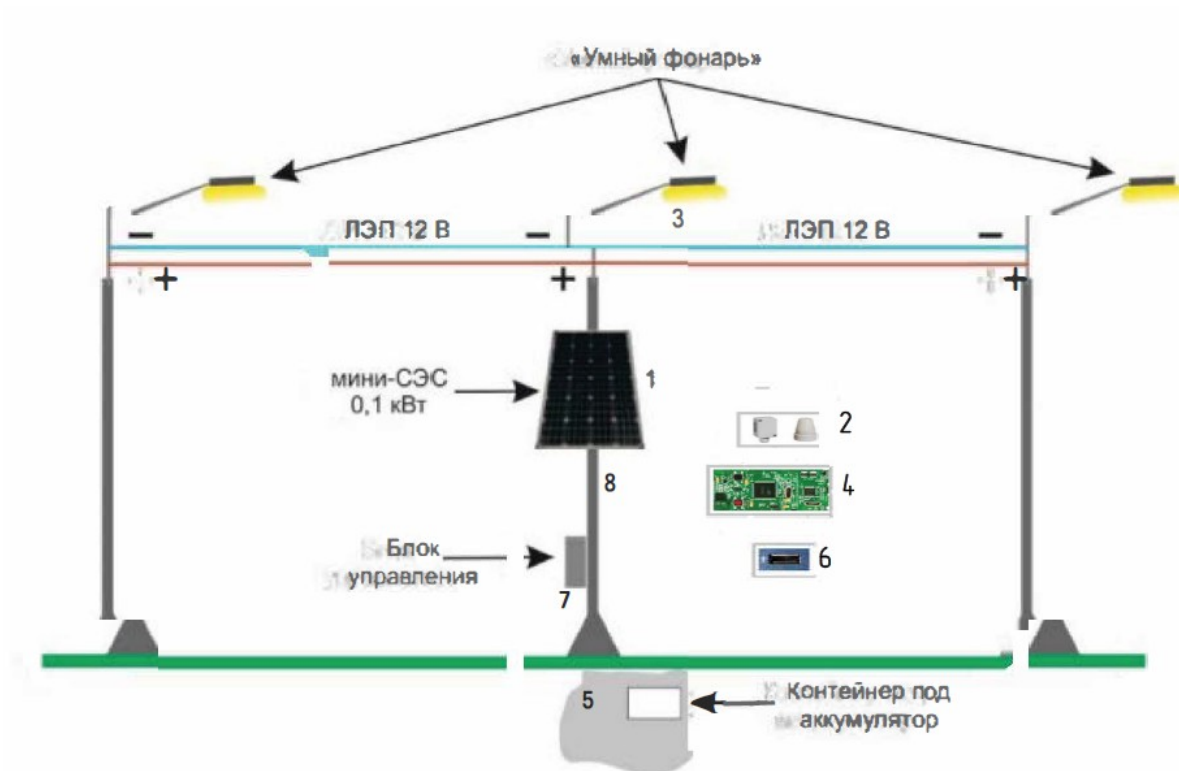


Рисунок 1 – Структурная схема экономичной системы уличного освещения

1 – солнечная батарея, 2 – блок датчиков, 3 – светильник со ступенчатой регулировкой светового потока, 4 – блок управления, 5 – блок аккумулятора, 6 – диагностический разъем, 7 – корпус, 8 – опора

### 3. Обоснование технического результата:

С помощью специально разработанного программного обеспечения и «умного» светильника, имеется возможность контролировать все параметры системы, программировать её работу, изменять режимы работы, определять уровень загрязнения солнечной батареи.

### 4. Формула полезной модели:

Структурная схема экономичной системы уличного освещения, содержащая солнечную батарею, установленную на опоре, корпуса, содержащего, блоки датчиков, блока управления, блока аккумулятора и диагностического центра, отличающегося тем, что система имеет диагностический разъем 6, который позволяет с помощью специально разработанного программного обеспечения контролировать все параметры системы, а светильник «умный фонарь» имеет встроенный блок индикации, который отображает состояние режимов работы миниСЭС и уровня заряда аккумуляторов.

## Описание полезной модели:

В предлагаемой схеме представленная на рисунке 1 схема, явилась основой для дальнейших разработок, и впоследствии, в неё были внесены изменения и дополнения. Принцип работы предлагаемой системы фактически не отличается от прочих систем, использующих в своем составе солнечные батареи. Уникальным является блок управления (4), и «умный фонарь» – светильник со ступенчатой регулировкой мощности светового потока. Постоянный электрический ток напряжением, около 18 В генерируется солнечной панелью (1) и поступает в блок управления 4, в составе которого находится контроллер зарядки аккумулятора. Свинцово-кислотный аккумулятор емкостью 55 А/ч, по расчетам, обеспечивает работу всей системы без подзарядки не менее 30 часов, что с учетом работы в темное время, составляет ориентировочно, в летний период – 3 суток, в зимний – 1 сутки, в осенний и весенний период, примерно 2 суток. Так как свинцово-кислотные аккумуляторы чувствительны к низким температурам, изначально, в системе был предусмотрен подогрев аккумуляторного блока. Подогрев автоматически включается в холодное время года, при понижении температуры ниже 20 °С, и при условии, что аккумулятор полностью заряжен. Таким образом, вырабатываемая солнечной батареей электроэнергия не пропадает зря, а используется для поддержания оптимальной для работы аккумулятора температуры, что повышает как экономичность, так и долговечность всей системы.

Позже, в ходе экспериментальных исследований, для защиты аккумулятора от воздействия низких температур, решено было разместить его на некотором углублении в грунте рядом с опорой, в результате чего необходимость в подогреве отпала. Блок управления 4 получает данные о температуре окружающей среды и её освещенности посредством блока 2 который состоит из датчиков температуры и освещенности. Датчик температуры позволяет системе достаточно точно определять время года без привязки по времени, и управлять таким образом режимом работы светильника. В зависимости от времени года, интенсивности солнечного излучения и уровня зарядки 42 аккумулятора, светильник может работать в трех режимах: в режиме максимальной мощности, средней мощности, и в экономичном режиме. Кроме того, при длительной работе светильника в экономичном режиме, система оценивает уровень заряда аккумулятора, и переходит на режим работы по таймеру. В этом режиме, после захода солнца, светильник включается в работу в экономичном режиме на время T1, после чего отключается, и включается за время T2 до восхода солнца. Время T1 и

T2 может изменяться в сторону уменьшения или увеличения, в зависимости от уровня зарядки аккумуляторной батареи. Датчик освещенности (блок 2) служит для включения светильника при наступлении темного времени суток, и отключения при появлении первых лучей солнца. Система имеет диагностический разъем 6, который позволяет с помощью специально разработанного программного обеспечения контролировать все параметры системы, программировать её работу, изменять режимы работы, определять уровень загрязнения солнечной батареи и т.д. Подключение компьютера к системе уличного освещения производится посредством последовательного интерфейса по стандарту USB 2.0.

## Морфологический метод исследования.

### Автономная система с солнечной мини-электростанцией

№	Признаки	Возможные варианты исполнения		
		1	2	3
А	Материал корпуса	стальная	пластиковая	алюминиевая
Б	Материал опоры	металлическая	железобетонная	пластиковая
В	Способы крепления солнечных батарей к опоре	В 4 точках	В 3 точках	В 2 точках
Г	Аккумулятор	Гелевый	Свинцово-кислотного	Щелочные
Д	Угол наклона солнечной панели, град.	15	30	45

А3+Б1+В1+Г1+Д2 Выбираем материал корпуса из алюминия; металлическую опору; солнечная батарея, закрепленная в 4 точках к опоре; гелевый аккумулятор; солнечная панель, наклоненную к солнцу на 30 градусов.

### Список литературы

1. Возобновляемая энергетика [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/energy/> (дата обращения 22.04.2023г.).
2. Тарик, Р. Создаем нейронную сеть / Р. Тарик – пер. с англ. – СПб. ООО “Альфа-книга” 2017. – 272 с.
3. Руководство по выполнению выпускных квалификационных работ на факультете энергетики и электрификации: учебное пособие / П.Л. Лекомцев, А.М. Ниязов, Н.П. Кондратьева, Л.А. Пантелеева. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – 46 с.

4. Рост тарифов на эл энергию в России [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://www.watrouter.ru/infa/tariffs.htm> (дата обращения 22.04.2023г.).
5. Бурмистров А. А., Виссарионов В. И., Дерюгина Г. В., Кузнецова В. А. Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии. – М.: МЭИ, 2009. – 144 с.
6. Симанков В. С., Бучацкий П. Ю. Оценка эффективности вовлечения нетрадиционных возобновляемых источников энергии в энергобаланс региона // Вестник Адыгейского государственного университета. – 2012. – № 2. – С. 127–136.
7. Возобновляемые источники энергии. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://minenergo.gov.ru>. (дата обращения 22.04.2023г.).
8. Расписание погоды [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL:<https://rp5.ru>. (дата обращения 22.04.2023г.).
9. Четошникова Л.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии:учеб.пособие / Л.М. Четошникова.- М.:Издательский центр ЮУрГУ , 2014. – 278 с.
10. Electric info. Информационный портал [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL:<http://electrik.info/main/news/401-kak-ustroeny-irabotayut-solnechnye-batarei.html> (дата обращения 22.04.2023г.).
11. Фотоэлектрические системы [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL:<http://www.proektstroy.ru/publications/view/15822?bigid=8> (дата обращения 22.04.2023г.).
12. Коннекторы MC4. Комплектующее для солнечных батарей [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL:<http://realsolar.ru/560.html> (дата обращения 22.04.2023г.).
13. Solnechnye.ru Интернет-магазин [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL:<http://www.solnechnye.ru/batareya/vybor-solnechnoybatarey.htm> (дата обращения 22.04.2023г.).

14. Naked Science. Научно-популярный портал [Электронный ресурс] - Режим доступа. - [URL:http://naked-science.ru/comment/reply/4360](http://naked-science.ru/comment/reply/4360) (дата обращения 22.04.2023г.).
15. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение/ Минстрой России - М.: ГП «Информрекламиздат», 2017. – 35 с.
16. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция взамен СНиП 23-01-99 (дата обращения 22.04.2023г.).
17. Таблица инсоляции для расчета ФЭС [Электронный ресурс] - Режим доступа. - [URL:http://www.solbat.su/meteorology/insolation/](http://www.solbat.su/meteorology/insolation/) (дата обращения 22.04.2023г.).
18. Солнечный модуль TopRaySolar 100М [Электронный ресурс] - Режим доступа. - [URL:http://solarcrown.ru/magazin2/product/solnechnyy-modultopraysolar-100m](http://solarcrown.ru/magazin2/product/solnechnyy-modultopraysolar-100m). (дата обращения 22.04.2023г.).
19. Солнечная энергия [Электронный ресурс]. Режим доступа. - [URL: www.wikipedia.org/Солнечная энергия/80](http://www.wikipedia.org/Солнечная%20энергия/80) (дата обращения 22.04.2023г.).
20. Цырук С. А. Развитие светодиодных технологий в системах освещения мегаполисов / С. А. Цырук, М. А. Рашевская // Энергосбережение – теория и практика : тр. 4 Междунар. шк.-семинара молодых ученых и специалистов, Москва, 20-24 окт. 2008 г. – М., 2008. – С. 46-48.
21. Сидоров Е.Л. Сравнительный анализ выбора оптимального типа солнечных коллекторов для комбинированных гелиосистем горячего водоснабжения и отопление города Ижевск / Е. Л. Сидоров, Т.А. Широбокова // Возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / Л.М. Четошникова.- М.:Издательский центр ЮУрГУ , 2014. – 3 с.
22. Патент РФ №2009109839 на изобретения патента, МПК: F03В 3/00. СОЛНЕЧНАЯ МИНИ-ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ / Каскулов М.Х., Каскулов А.М., / заявка на изобретение №2009109839 от 2009.03.18. – Оpubл. 2012.01.10 Федеральное государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования КАБАРДИНО-БАЛКАРСКАЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
имени В.М. КОКОВА (RU) (дата обращения 2009.03.18).

23. Алборов Р.А. Развитие учета и контроля в системе управления сельскохозяйственным производством: спец. 08.00.12 «Бухгалтерский учет, статистика»: автореф. дис. ... д-ра экон. наук . Казань, 2004. 53 с.
24. Сидоров Е.Л. Разработка эффективной системы наружного освещения с питанием от солнечной мини-электростанции учебного корпуса № 3 ФГБОУ ВО «УДМУРТСКИЙ ГАУ»: автореф... дис. – И.: 2023. – 6 с.



