

УДК 621.311.25

## ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Гриневич А.И., студент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Шпак И.И. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ

**Аннотация.** В статье приведены результаты, полученные в процессе проектирования перспективного зарядного устройства. На основе обзора научно-технической литературы обоснованы современные технические требования, разработаны схемы: структурная, на её основе функциональная и далее электрическая принципиальная; рассчитаны электрические параметры функциональных узлов устройства и разработаны алгоритм и программное обеспечение его функционирования. Спроектирована также топология печатной платы и конструкция печатного узла блока управления, с применением САПР.

**Ключевые слова.** Солнечная электростанция, микропроцессор, радиоэлектронное устройство, инвертор постоянного напряжения в переменное, технические требования, схема структурная, схема электрическая принципиальная, широтно-импульсный модулятор, конструкторское проектирование с применением САПР.

**Введение.** Солнечная энергия является одним из самых перспективных среди всех энергетических ресурсов и может использоваться даже в пасмурную погоду. Скорость, с которой солнечная энергия улавливается Землей, примерно в 10 тысяч раз превышает скорость, с которой человечество потребляет энергию.

Солнечная энергия может обеспечивать тепло, охлаждение, естественное освещение, электроэнергию и топливо для множества самых разнообразных применений. Современные технологии позволяют преобразовывать солнечный свет в электрическую энергию с помощью фотоэлектрических панелей либо зеркал, концентрирующих солнечное излучение. Как показали результаты исследований NASA, в течение 6,5 миллиардов лет Солнце способно обогревать Землю своими лучами [1].

В Беларуси эффективность и производительность систем будет намного ниже, чем в солнечной Испании. И вместе с тем стоит отметить, что даже нашего солнца, с его не такой уж и большой активностью, более чем достаточно.

На рисунке 1 показано среднестатистическое распределение инсоляции (облучение поверхностей солнечным светом под разными углами наклона) на территории РБ [2].



Рисунок 1 – Среднестатистическое распределение инсоляции на территории РБ

Практически в каждом регионе Беларуси есть возможности для эффективного использования энергетического потенциала Солнца. Годовая инсоляция, т.е. облучение земной поверхности солнечной энергией, находится в пределах от 900 кВт-час/м<sup>2</sup> до 1100 кВт-час/м<sup>2</sup>.

Несмотря на кажущуюся простоту устройств, преобразующих солнечную энергию в электрическую, их использование на территории РБ и РФ (средняя полоса широта Минск-Москва) очень ограничено – климатом, погодой, временем года и суток. Плюс к тому, чтобы система подавала ток в сеть, необходимо приобрести:

- аккумулятор, который будет накапливать энергию на случай перепадов напряжения;
- инвертор, который будет переводить постоянный ток в переменный;
- систему, контролирующую заряд аккумулятора.

Поэтому реализация проекта, посвященного разработке зарядного устройства с использованием солнечной энергии, является актуальной и практически значимой.

**Основная часть.** Для определения технических характеристик и структуры разрабатываемого устройства, будем исходить из базовой схемы соединений в системах с солнечными батареями, для случая с наличием напряжения бытовой сети, изображенной на рисунке 2.

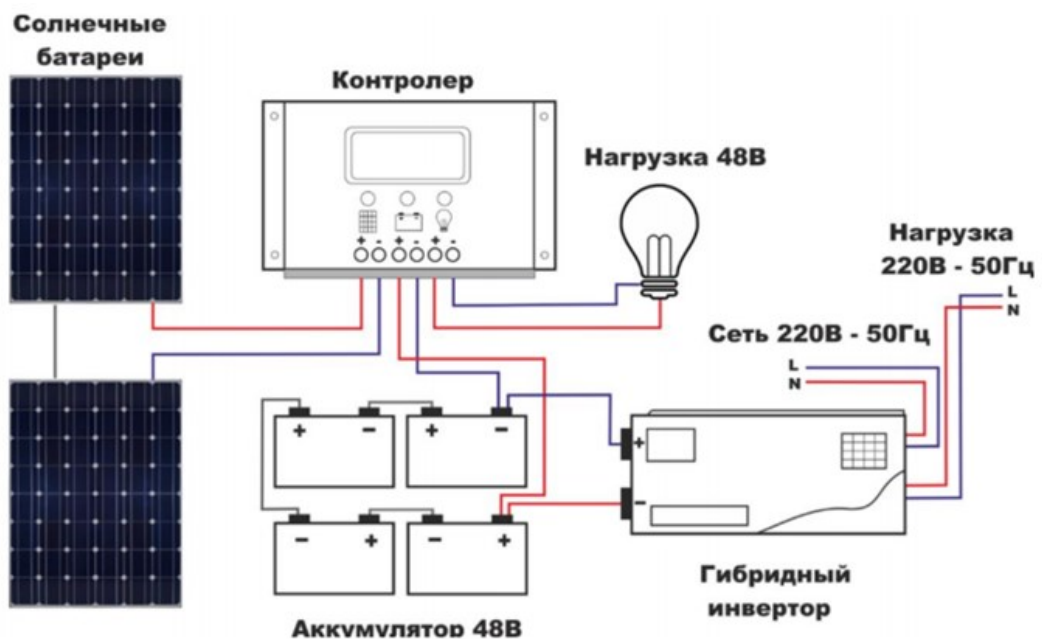


Рисунок 1 – Схематическое изображение и сама схема соединений для систем с наличием напряжения бытовой сети

Разрабатываемое устройство должно обеспечивать выполнение следующих функций:

- правильный режим зарядки аккумуляторов от солнечной панели.
- преобразование энергии получаемой от солнечной панели в напряжение бытовой сети 230 В, 50 Гц с током не менее 3 А,
- наличие разъема питания для зарядных устройств USB;
- контроль состояния аккумулятора и отключение аккумулятора от зарядки при достижении 100 % напряжения на аккумуляторе.
- возможность применения аккумуляторов 12В с возможностью определения номинала и отключением при превышении максимального напряжения;
- возможность отключения нагрузки при разряде аккумулятора и малой солнечной активности;
- индикацию состояния аккумулятора, энергетических возможностей солнечных панелей, мощности подключенной нагрузки;
- возможность коммуникации потребитель-техника;
- возможность интеграции в систему умный дом.
- встроенная защита от ошибок при подключении солнечных панелей и аккумуляторов

Для реализации данных функциональных возможностей была разработана схема на основе универсального микроконтроллера ATmega128 [3], показанная на рисунке 3.

Ядром устройства, несомненно, является блок управления на основе микроконтроллера, который выполняет функциональную роль менеджера. Основой блока управления является микроконтроллер. Выбранный тип контроллера является популярным у разработчиков радиоэлектронных устройств благодаря невысокой цене, стабильности параметров и большому количеству информационных ресурсов [4], позволяющих быстро и с небольшими финансовыми издержками освоить его.

Весьма непросто в процессе проектирования оказался выбор датчика тока. Существует множество методов измерения тока [5,6], однако в промышленности наиболее широко применяются три: на основе использования токового шунта, на основе эффекта Холла и трансформатора тока.

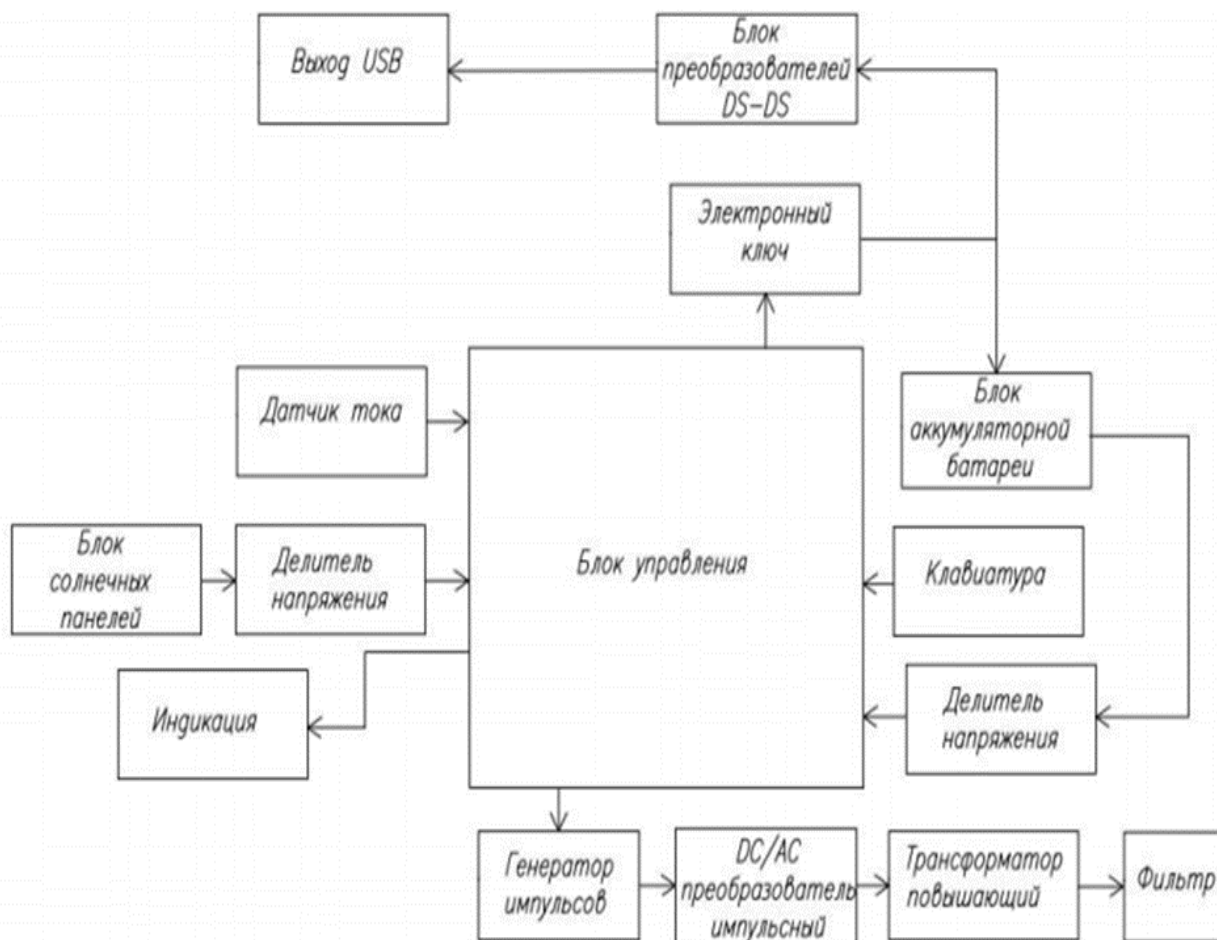


Рисунок 3 – Структурная схема зарядного устройства

Самой простой является схема измерения тока с помощью шунта. При этом измеряется падение напряжения на шунте, после чего рассчитывается значение тока. Основными недостатками здесь являются:

- отсутствие гальванической развязки;
- низкий КПД.

Указанные недостатки существенно ограничивают использование токовых шунтов.

Схемы для измерения тока на основе трансформатора тока, с помощью датчика на эффекте Холла и измерения напряжения с помощью делителя напряжения показаны на рисунке 4.

Конструкция блока управления была реализована в виде небольшого блока. В процессе проектирования топологии печатной платы и печатного узла на её основе была использована система автоматизированного проектирования Altium Designer.

Одним из преимуществ созданной системы управления микроклиматом является сравнительная простота его настройки, невысокая стоимость, а также возможность улучшения эксплуатационных характеристик и создания более сложных систем контроля и управления микроклиматом.

В результате анализа достоинств и недостатков [6] из датчиков, приведенных на рисунке, для измерения тока был выбран датчик на эффекте Холла - рисунок 4 (б).

Схема электрическая структурная и выбранные функциональные узлы, послужили основой для проектирования схемы электрической функциональной, на базе которой была разработана схема электрическая принципиальная.

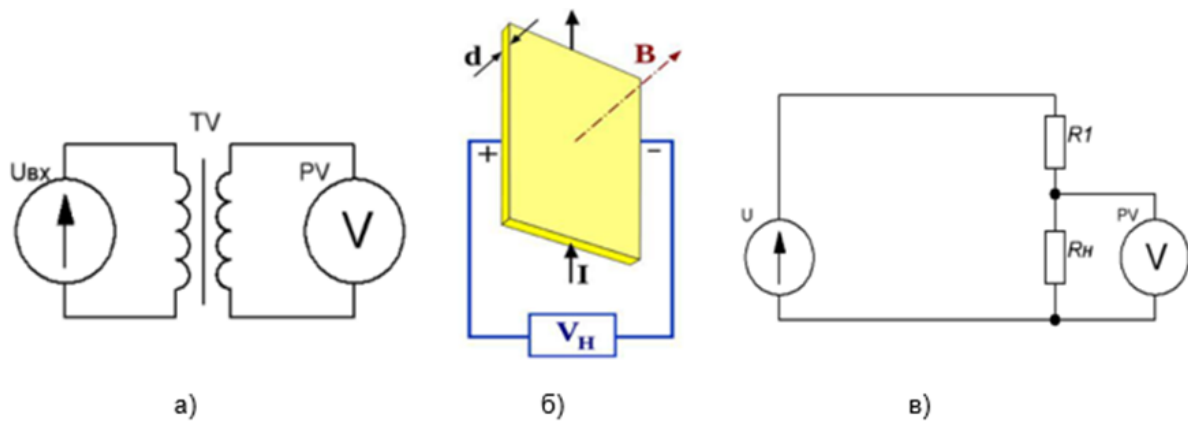


Рисунок 4 – Схемы для измерения тока и напряжения на основе трансформатора тока (а), с помощью датчика на эффекте Холла (б) и делителя напряжения (в)

**Заключение.** Реализовано устройство после проведённого электрического расчёта функциональных узлов с использованием современной элементной базы. Далее были разработаны алгоритм работы и программное обеспечение [4] зарядного устройства.

Конструкторское проектирование блока управления было реализовано в виде автономной конструктивной единицы. Осуществлялась разработка с использованием системы автоматизированного проектирования Altium Designer.

Весьма значимым преимуществом данной разработки является простота обслуживания, невысокая стоимость, а также возможность модернизации и создания более совершенных и многофункциональных устройств.

**Список использованных источников:**

1. Климат и климатические ресурсы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://projecteducation.ru/explore/belarus/item/222-klimat-iklimaticheskie-resursy-belarusi> Дата доступа: 23.11.2022.
2. Карты солнечной энергии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://makroterm.by/akademia-znaniy/geliosistemy-statiy/karta-insolyacii-solnechnoi-radiacii-belarusi.html> Дата доступа: 23.11.2022
3. Микроконтроллеры АТmega128 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://catalog.gaw.ru/> Дата доступа: 23.11.2022
4. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Мегга: руководство пользователя / А. В. Евстифеев // - Москва: ДМК Пресс, ДОДЭКА, 2015. - 587 с.
5. Электронные компоненты. Каталог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chipdip.by/> (Дата доступа: 02.04.2022).
6. Свинцов Е.Л. Современные Датчики. Справочник.: справ. пособие / Е.Л. Свинцов, Заболотной Ю.А. Москва.: Техносфера, 2005. – 588с.

UDC 621.311.25

## CHARGER DEVICE ON THE BASE OF USING SOLAR ENERGY

Grinevich A.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,  
Minsk, Republic of Belarus

Shpak I.I. – Candidate of Engineering Science, Associate Professor

**Annotation.** The article presents the results obtained in the process of designing a promising charger. Based on the review of scientific and technical literature, modern technical requirements are substantiated, schemes are developed: structural, functional and further electrical principle based on it; electrical parameters of functional units of the device are calculated and an algorithm and software for its functioning are developed. The topology of the printed circuit board and the design of the printed unit of the control unit are also designed, using modern CAD.

**Keywords.** Solar power plant, microprocessor, radio-electronic device, DC-to-AC inverter, technical requirements, structural diagram, electrical schematic diagram, pulse width modulator, design using CAD.