

Устройство определения оптимальных мест установки альтернативных источников энергии

Д. А. Панкратьев¹, А. Д. Стоцкая²

СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

¹dohako@inbox.ru, ²inferum@mail

А. В. Полшков

ПНИПУ

Аннотация. В работе приведено описание специально сконструированного прибора для исследования оптимальных мест установки альтернативных источников энергии. Измерения производятся автоматически, полученные результаты исследований записываются в архив. После обработки результатов исследования, определяется целесообразность установки систем возобновляемой энергии в тех местах, где проводились исследования. Система представляет собой набор модулей для проверки параметров внешней среды.

Ключевые слова: возобновляемая энергия; альтернативные источники энергии; устройство измерения

I. ВВЕДЕНИЕ

При исследовании мест установки альтернативных источников энергии необходимо определять оптимальные места для получения наибольшего КПД. Процесс поиска таких мест в данный момент проводится персоналом с помощью таких приборов как ручной анемометр. Такие проверки можно считать недостоверными, так как исследования проводятся только при участии оператора. Соответственно, найденные оптимальные условия могут быть актуальны только во время проведения исследований. Разработанное устройство позволяет исследовать выбранное место в течении длительного периода и предназначено для исследования оптимальных мест установки ветрогенераторов и солнечных панелей.

Системы подобного назначения уже создавались, например, [1] или [2], однако в таких системах производился мониторинг только одного параметра.

II. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

A. Состав устройства

Для исследования характеристик устройство имеет следующие модули:

- контроллер в виде платы Arduino UNO (рис. 1);
- солнечная панель и регулятор;
- анемометр;
- аккумуляторный блок;
- GPRS-модуль;
- модуль SD-карты.

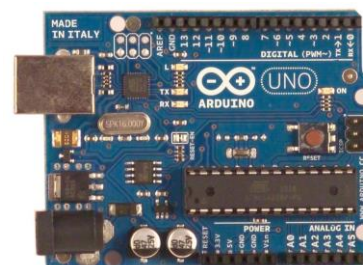


Рис. 1. Внешний вид Arduino UNO

Дополнительным преимуществом использования Arduino UNO является возможность оперативной замены модулей, а также программирования дополнительных функций.

B. Солнечная панель

Для исследования активности солнца выбрана солнечная панель мощностью 10Вт, внешний вид которой приведен на рис. 2 с параметрами, приведенными в табл. 2.

Солнечная панель служит не только индикатором для мониторинга солнечной активности, но также вырабатывает энергию и запасает её в главный аккумуляторный блок. Таким образом, в разработанном устройстве реализован эффект рекуперации энергии.

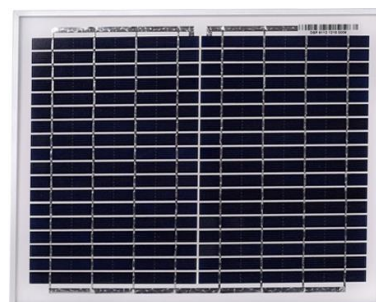


Рис. 2. Внешний вид солнечной панели

Однако система потребляет больше, чем успевает вырабатывать солнечная панель, но даже в таких условиях функция рекуперации позволяет системе работать дольше запланированного срока.

Также, специально для солнечной панели, в приборе предусмотрено наличие солнечного контроллера заряда,

внешний вид которого представлен на рис. 3. Регулятор устанавливается для контроля заряда аккумулятора и формирования необходимого выходного питания, с помощью чего реализована функция рекуперации. Солнечную батарею можно подключить и без регулятора, однако в этом случае аккумулятор быстро придёт в негодность, так как неконтролируемый постоянный заряд приведёт к выкипанию электролита и сокращению срока службы.

Существуют следующие типы регуляторов для солнечных панелей:

- регулятор типа включения-выключения (ON-OFF контроллер);
- регулятор с широтно-импульсной модуляцией тока заряда (PWM-регулятор);
- регулятор, отслеживающий точки максимальной мощности (Maximum Power Point Tracking – MPPT).

ON-OFF контроллер проверяет уровень напряжения на аккумуляторе. При достижении определённого значения напряжения, контроллер отключает солнечную батарею, в результате чего, заряд прекращается. Однако, для полной зарядки аккумулятору необходимо ещё несколько часов заряжаться после достижения предельного напряжения. Подобный контроллер не способен учитывать данное условие, что также приводит к износу аккумулятора.

Задачу по полной зарядке аккумулятора может решить PWM-регулятор. Данный тип регуляторов при помощи широтно-импульсного преобразования понижает напряжение аккумулятора и поддерживает напряжение на определённом уровне, что обеспечивает полную зарядку.

Последний рассматриваемый тип регуляторов (MPPT) имеет особенность, которая позволяет увеличивать количество используемой солнечной энергии на 10–30%, в зависимости от разряда аккумулятора. Особенность заключается в том, что MPPT-регулятор следит за точкой максимальной мощности солнечной батареи и, используя широтно-импульсное преобразование на всех режимах заряда, задействует всю доступную мощность. Цифровые устройства, встроенные в регулятор, анализируют вольт-амперную характеристику и определяют оптимальную пару ток-напряжение, которая обеспечивает максимум выходной мощности [3].

Для устройства был выбран MPPT регулятор



Рис. 3. Внешний вид MPPT контроллера для солнечной панели

С. Анемометр

В процессе реализации проекта было принято решение об изготовлении анемометра. Для этой цели был использован абсолютный однооборотный энкодер EP50S8-1024-2F-N-5 (рис. 4) с параметрами, которые приведены в табл. 2. Данный энкодер имеет степень защиты IP64, в связи с чем пригоден для работы в условиях возможных осадков.



Рис. 4. Внешний вид абсолютного энкодера

Различают следующие типы стандартных анемометров:

- анемометр крыльчатый (лопастной);
- анемометр чашечный;
- тепловой анемометр.

Так как анемометр изготавливается вручную, то реализация термоанемометра была неактуальна ввиду сложности конструкции.

Ввиду того, что устройство используется для исследования мест, данных о которых недостаточно, то нельзя с точностью сказать, в какую сторону будет дуть ветер большую часть времени. В связи с этим установка крыльчатого анемометра является неактуальной. Данный вывод основан на принципе работы подобного типа анемометров, а именно: анемометрам крыльчатого типа необходимо быть повернутым крыльчаткой к потоку ветра. Учитывая, что устройство должно работать автономно достаточно длительное время, изменять положение вручную не представляется возможным. Чашечный анемометр не нуждается в подобной корректировке и будет исправно работать вне зависимости от направления ветра. Чашечные анемометры предназначены для измерения средней скорости ветра от 1 м/с до 20 м/с [4].

Определение скорости ветра в случае использования чашечного анемометра производится просто, что также является достоинством указанного типа оборудования. Скорость ветра в большом диапазоне значений будет пропорциональна скорости вращения, а коэффициент перевода числа оборотов в скорость ветра зависит от расстояния от оси до чашек и от размера самих чашек [5].

Используя возможности 3D-печати были смоделированы и изготовлены лопасти анемометра. В качестве строения чашечной системы была выбрана стандартная трёхлопастная система (рис. 5).



Рис. 5. Изготовленный анемометр

Стоит отметить, что для цели исследования, а именно для определения оптимального места установки ветрогенератора и солнечной панели, нет необходимости иметь абсолютно точные показания с имеющихся датчиков. Допустимая точность в данном случае составляет 80%. Подобный вывод основывается на том, что минимальная начальная скорость вращения практически любого ветрогенератора мощностью от 1 кВт составляет 2 м/с, а стабильная работа достигается при больших скоростях ветра.

В рамках подготовки оборудования проводился эксперимент с собранным анемометром. Измерение скорости ветра производилось с помощью автомобиля, на который был установлен анемометр. Была выбрана местность, на которой скорость ветра была менее 0.1 м/с во время проведения эксперимента. Измерения производились в диапазоне из четырёх скоростей, не превышая скоростной режим, установленный на дороге.

ТАБЛИЦА I ЭКСПЕРИМЕНТ С АНЕМОМЕТРОМ

скорость машины, км/ч	скорость машины, м/с	скорость ветра на анемометре, м/с
30	8.3	1.2-1.3
40	11.1	2.3-2.5
50	13.8	2.6-3
60	16.6	3.6

Из эксперимента следует, что изготовленный анемометр начинает измерения при скорости ветра более 6 м/с. Данный анемометр не подходит для определения точной скорости ветра.

Однако, для целей исследования, а именно проверки условий для работы ветрогенераторов, это не является помехой, так как номинальная скорость ветрогенераторов средней и повышенной мощности начинается на скорости от 9 м/с. Следовательно, при средней скорости ветра менее номинально необходимой для ветрогенератора, его установка экономически неэффективна [6]. Учитывая этот фактор, изготовленный анемометр отвечает изначальным требованиям и подходит для использования в установке.

Также, во время эксперимента была отмечена слабая инерционность созданного анемометра. Так как для проведения исследований инерционность может ухудшить некоторые показания, то слабая инерционность данной системы воспринимается положительно.

D. Корпус

Так как предполагается, что система будет автономно работать в течение длительного времени, при этом находясь на открытой местности, то во время работы прибора возможно выпадение осадков и прочие ситуации, в которых целостность модулей может быть нарушена. Для обеспечения бесперебойной работы устройства, корпус сделан водонепроницаемым и устойчивым к внешним воздействиям.

E. Аккумулятор

Автономность работы устройства обеспечивается наличием в системе аккумуляторной батареи. Сделав расчёты потребления энергии, был выбран оптимальный аккумулятор на 12А. Выбранный аккумулятор обеспечивает непрерывную работу системы в течение 4 суток. Однако так как исследование проводится в течение 7 суток, то алгоритм работы устройства обеспечивает работу только часть времени, в которое производит измерения, после чего переходит в режим пониженного энергопотребления до следующего этапа измерений.

Также аккумулятор служит конструктивным противовесом всего устройства, что обеспечивает системе устойчивость даже при наличии относительно сильного ветра.

F. Модуль передачи данных

Передача данных реализована с помощью GPRS-модуля на Arduino, внешний вид которого представлен на рис. 5.

В данный момент прибор использует только часть функциональных возможностей модуля, а именно, передачу сообщений на мобильный телефон, в которых отражается информация о работе системы. Данная функция позволяет удалённо следить за работой системы.

G. Хранение данных

Данные исследований сохраняются на SD-карту, для последующего анализа после завершения процедуры измерений. Для этого используется модуль SD-карты для Arduino.



Рис. 6. Внешний вид GPRS модуля для Arduino

ТАБЛИЦА II Таблица данных

№	Параметр	Значение	Ед. изм
Arduino UNO			
1	микроконтроллер	Atmega328	
2	рабочее напряжение	5	В
3	входное напряжение (рекомендуемое)	7-12	В
4	входное напряжение (предельное)	6-20	В
5	цифровые входы/выходы	14	шт.
6	аналоговые входы	6	шт.
7	постоянный ток через вход/выход	40	мА
8	постоянный ток для вывода 3.3 В		
Солнечная панель			
1	максимальная мощность	10	Вт
2	номинальное напряжение	12	В
3	напряжение в точке максимальной мощности	18	В
4	напряжение холостого хода	22.5	В
5	напряжение заряжаемых аккумуляторов	12	В
6	ток короткого замыкания	0.8	А
Анемометр			
1	диаметр корпуса	50	мм
2	диаметр вала	8	мм
3	оптическое разрешение	1024	имп./об
4	напряжение питания	5	В
5	рабочая температура	-10...70	С
6	радиус	65	мм
SD-модуль			
1	объём накопителя	4	Гб

III. АЛГОРИТМ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Порядок действий устройства следующий:

1. активируется;
2. отправляет сообщение, в котором описывается состояние системы;
3. замеряет показания анемометра и напряжения солнечной панели;
4. отправляет сообщение, в котором отражаются первые измерения для контроля работоспособности;
5. переходит в режим пониженного питания;

6. циклично пробуждается на 3 секунды для проведения замеров и переходит в режим пониженного питания на оставшуюся минуту для экономии батареи;
7. каждые три часа отправляет сообщение о состоянии системы.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данный момент необходимый для исследования функционал достигнут, устройство работает автономно. Каждые три часа, как и предусмотрено алгоритмом, устройство отправляет сообщения, сигнализируя о своей стабильной работе. На основании измеренных данных делается вывод об оптимальности выбранного места.

В будущем планируется реализовать систему передачи данных на сервер в сети Интернет, что сделает проверку места ещё более простой и комфортной. Также планируется реализовать определение направления ветра с помощью усовершенствования уже имеющегося анемометра или добавления в систему флюгера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Archit Amin, Zachary Beran, Ben Kinney Alternative Energy Monitoring System. ECE 445, SENIOR DESIGN PROJECT, 2011.
- [2] Hui-qiang Tang, Kang-qi Chen Design of Wind Velocity Measurement System in Traffic Meteorological Station Based on Wireless Network // Fourth International Conference on Information and Computing. 2011. Page(s):66–69.
- [3] Гимазов Р.У., Шидловский С.В. Исследование влияния симметрии функций принадлежности в нечётком контроллере на качество МРРТ регулирования в фотоэлектрической системе // ИННОВАТИКА-2017: Сборник материалов XIII Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. 2017. 356 с.
- [4] Дужников А.П., Павликова Е.В. Агрометеорология. Учебное пособие. Пенза: ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА», 2012. 56 с
- [5] Charles Platt, Fredrik Jansson Encyclopedia of Electronic Components Vol. 3, Sensors. San Francisco: Maker Media, 2016. p. 126.
- [6] Кашкаров А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. Москва: ДМК Пресс, 2011. 40 с.