

МЕТОДИКА РАСЧЕТА МОЩНОСТИ АВТОНОМНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ НУЖД ОСВЕЩЕНИЯ ЛАБОРАТОРИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Митрофанов С.В., Немальцев А.Ю.
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург**

Проблема использования солнечной энергии, которая является предметом изучения отдельных исследователей, сегодня привлекает пристальное внимание всей общественности (государственных деятелей, ученых, журналистов). Выработка электроэнергии при помощи электростанций на солнечных батареях используется сегодня практически во всем мире и масштабы использования электроэнергии солнечных батарей все время растут. Этому способствуют множество факторов, основными из которых являются использование альтернативных (возобновляемых) источников энергии, которые в последнее время приобретают все большую актуальность и полное отсутствие каких-либо движущихся частей, благодаря чему срок их службы практически не ограничен. Электростанции на солнечных элементах постоянно совершенствуются. Сегодня они могут использоваться как дополнительные источники электроснабжения, работающие совместно с другими или полностью автономные.

Для расчета автономной солнечной электростанции требуется определение номинальной мощности солнечных модулей, их количества, ёмкости аккумуляторных батарей, мощностей инвертора и контроллера заряда-разряда. При этом необходимыми данными для расчета мощности автономной солнечной электростанции являются: географическое расположение, суммарная мощность и примерное время работы каждого электропотребителя.

Данные вопросы в доступной литературе освещены недостаточно полно, поэтому разработка методики расчета мощности автономных солнечных электростанций и ее элементов, является актуальной задачей.

Основные понятия:

Автономной солнечная электростанция (АСЭС) - совокупность устройств, служащих для преобразования солнечной энергии в электрическую.

Основными комплектующими АСЭС являются:

1) Солнечная батарея (СБ) - несколько объединённых фотоэлектрических преобразователей (фотоэлементов) - полупроводниковых устройств, прямо преобразующих солнечную энергию в постоянный электрический ток.

2) Контроллер заряда - устройство, являющееся промежуточным звеном между СБ и аккумуляторной батареей (АКБ), основная задача которого осуществлять контролируемый заряд-разряд АКБ.

3) Аккумуляторная батарея - составной элемент СЭС, служит для накопления и отдачи электрической мощности.

4) Инвертор напряжения - устройство, позволяющее трансформировать постоянное напряжение в переменное 220 В с частотой 50 Гц.

Целью исследования является разработка методики расчета мощности автономной солнечной электростанции для нужд освещения лаборатории энергосбережения и энергоэффективности.

Рассмотрим подробнее методику расчета АСЭС поэтапно.

Необходимые технические параметры светильника сведены в таблицу 1.

Таблица 1-Технические параметры светильника

№	Тип светильника	Потребляемое напряжение (В)	Мощность светильника (кВт)
1	Светодиодный «Е-ССП-Страда-А»	220В (+/-10%) / 50Гц	0,48

Расчет осветительной нагрузки

При проектировании АСЭС рассчитывается активная суммарная мощность $\sum P$ осветительной нагрузки по формуле:

$$\sum P = N \cdot P_c \quad (1)$$

где n – количество светильников;

P_c – мощность светильника, кВт

$$\sum P = 12 \cdot 48 = 0,576 \text{ кВт.}$$

Количество электроэнергии необходимое для осветительных устройств в сутки находится по формуле:

$$W = \sum P \cdot t, \quad (2)$$

$$W = 576 \cdot 9 = 5,184 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где t - время работы осветительных устройств.

Выбор величины напряжения постоянного тока системы

Величина напряжения системы подбирается исходя из мощности потребителей переменного тока. Если мощность потребителей переменного тока не превышает 1 кВт, то выбирается напряжение системы 12 В. В том случае если мощность потребителей превышает мощность 1 кВт, выбирается напряжение системы 24 В. При мощности потребителей больше 3,5 кВт выбирается напряжение системы 48 В.

В целях уменьшения потерь электроэнергии выбираем напряжение АКБ 48 В.

Выбор автономного инвертора напряжения

Выбор инвертора напряжения производится по суммарной пиковой мощности осветительной нагрузки.

Технические параметры инвертора напряжения приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Технические параметры инвертора напряжения

Тип инвертора напряжения	Входное постоянное напряжение (В)	Выходное переменное напряжение	Мощность (кВт)
NS-1200-S	24	220	1,2

Выбор и расчет солнечных батарей

Для расчета автономной солнечной электростанции выбираются поликристаллические СБ. Технические параметры СБ приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Технические параметры СБ

Тип СБ	Мощность СБ (кВт)	Напряжение СБ (В)	Количество СБ(шт)
Ехmork ФСМ-200П	200	24	4

Количество электроэнергии, вырабатываемой одной солнечной батареей в сутки, находится по формуле:

$$W_{\text{СБ}} = K \cdot P_{\text{СБ}} \cdot n, \quad (3)$$

$$W_{\text{СБ}} = 1,5 \cdot 200 \cdot 5 = 1,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сутки},$$

где K - коэффициент солнечной инсоляции характеризующий дневную сумму солнечной радиации, $\text{кВт} \cdot \text{ч/м}^2$ при горизонтальной площадке [4] для г. Оренбург;

n - среднее время работы СБ в сутки;

$P_{\text{СБ}}$ - мощность одной СБ.

Расчет необходимого количества солнечных батарей для работы солнечной электростанции находится по формуле:

$$N_{\text{СБ}} = \frac{W}{W_{\text{СБ}}}, \quad (4)$$

$$N_{\text{СБ}} = \frac{5,184}{1,5} = 3,456 \text{ шт.}$$

Округляем значение до целого в большую сторону и уточняем мощность вырабатываемой системой солнечных батарей по формуле;

$$W = W_{\text{сб}} \cdot N_{\text{сб}}, \quad (5)$$

$$W = W_{\text{сб}} \cdot N_{\text{сб}} = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сутки}.$$

Расчет емкости и выбор аккумуляторных батарей

Требуемое значение емкости АКБ находится по формуле:

$$C = \frac{W}{U} + C_1, \quad (6)$$

где C_1 - значение, учитывающее потери на заряд - разряд аккумуляторов находится по формуле [4];

$$C_1 = \frac{W}{U} \cdot \kappa_1, \quad (7)$$

где U - постоянное напряжение АКБ;

$\kappa_1 = 0,3$ - коэффициент потерь на заряд - разряд аккумуляторов;

$$C = \frac{6 \cdot 10^3}{48} + 37,5 = 162,5 \text{ А} \cdot \text{ч}.$$

Округляем значение емкости АКБ в большую сторону и принимаем стандартное значение $C = 200 \text{ А} \cdot \text{ч}$.

Данные АКБ сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Данные АКБ

Тип АКБ	Емкость АКБ (А · ч)	Количество(шт)
<u>GX12-100</u>	100	2

Расчет контроллера заряда

АКБ типа GX12-100 заряжается током 10% от номинальной емкости. Ток заряда АКБ находится по формуле:

$$I_z = 0,1 \cdot C, \quad (8)$$

$$I_z = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ А}.$$

Выбираем два контролера заряда АКБ типа TS-MPPT-20 А. Данные контроллера СБ сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Данные контроллера СБ

Тип контроллера СБ	Ток заряда АКБ (А)	Рабочее напряжение (В)
<u>TS-MPPT-20</u>	20	24

Таким образом, в данной статье отражена методика поэтапного расчета АСЭС:

- расчет осветительной нагрузки, количество электроэнергии, потребляемое в сутки;
- выбор оптимального постоянного напряжения системы;
- выбор инвертора переменного напряжения;
- выбор и расчет необходимой мощности СБ;
- выбор и расчет емкости АКБ;
- выбор и расчет контроллера СБ.

Список литературы

1. Митрофанов С.В. Переносная солнечная электростанция с автономной системой слежения за солнцем// С.В. Митрофанов, А.Ю. Немальцев. Труды VII всероссийской научно-технической конференции «Энергетика: состояние, проблемы, перспективы» Оренбург, 21-23 октября 2014. с. 40-44.
2. Методика расчета солнечных электростанций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodika-rascheta-moschnosti-solnechnyh-elektrostantsiy>.
3. Helios-house [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.helios-house.ru/kak-raschitat-solnechnuyu-elektrostantsiyu.html.
4. Mos-invertor [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.mos-invertor.ru/spr5.html.