

УДК 001.8 : 002:53.05 : 628.9

УЛИЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ С ПИТАНИЕМ ОТ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Пауткина Анна Владимировна, доц.,
РУТ (МИИТ), Россия, 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9,
pautkinaannav@mail.ru

Суров Дмитрий Евгеньевич, студент,
РУТ (МИИТ), Россия, 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9,
dmiitrii19s@gmail.com

Юшина Дарья Михайловна, студент,
РУТ (МИИТ), Россия, 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, yushina.03@bk.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы использования альтернативного источника энергии – солнечных панелей. Приводится пример расчета установки уличного освещения пешеходного перехода. Расчет произведен с учетом данных карты среднемесячной освещенности РФ.

Ключевые слова: солнечные панели, эффективная гелиосистема, экономическая выгода, уличное освещение.

STREET LIGHTS POWERED BY SOLAR PANELS

Pautkina Anna V., associate professor,
RUT (MIIT), 9/9, Obrazcova str., Moscow 127994, Russia, paulkinaannav@mail.ru

Surov Dmitriy E., student,
RUT (MIIT), 9/9, Obrazcova str., Moscow 127994, Russia, dmiitrii19s@gmail.com

Yushina Daria M., student,
RUT (MIIT), 9/9, Obrazcova str., Moscow 127994, Russia, yushina.03@bk.ru

Abstract. The article deals with the use of an alternative energy source - solar panels. An example of calculating the installation for lighting a local area is given. The calculation is based on a map of the average monthly illumination of the Russian Federation and, in particular, Moscow.

Key words: solar panels, efficient solar system, economic benefits, street lighting.

Введение. Во всем мире использование источников альтернативной энергии становится все более востребованным. Прежде всего это объяснимо экономической выгодой: снижение затрат на выплаты

коммунальных услуг. Одним из перспективных направлений в этой сфере является освещение (жилых помещений, производственных помещений и улиц) с питанием от солнечных панелей.

Солнечная энергия – естественный и безопасный для окружающей среды источник энергии. Её можно использовать независимо от кризисов и подорожания ресурсов. При соединении с обычными источниками освещения солнечная энергия станет полезным дополнением, позволяющим получить существенную экономию. Каждый пользователь имеет возможность создать такую установку. Для этого не требуется специальной разрешительной документации. Эксплуатация подобной установки предусматривает их регулярное обслуживание: очистка поверхности, при необходимости утепление и ремонт.

При этом надо осознавать, что альтернативные источники энергии не могут являться полноценной заменой традиционным источникам энергии – солнечные панели (солнечные батареи) используются только как дополнительный источник энергии.

Основная часть. Далеко не везде использование альтернативных источников энергии целесообразно и с экономической стороны. Например, солнечные батареи целесообразно использовать на территориях, где продолжительность дня высока и солнечных дней (без дождей) в году много.

Целью данной работы является расчет оценки эффективной установки уличного освещения от солнечных панелей. Объект исследований – пешеходный переход. Для проведения измерений был выбран конкретный адрес: Рязанская обл., г. Скопин, ул. Фабричная, дом 2/1. Выбор основан на доступности проведения прямых измерений.

На рисунке 1 приведена карта среднемесячной освещенности Российской Федерации.

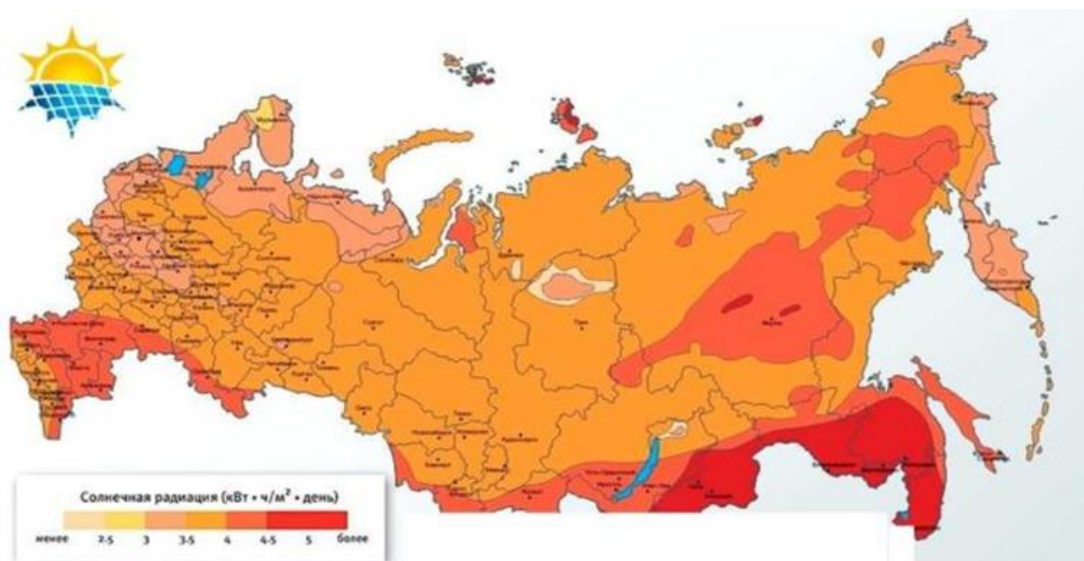


Рис. 1. Карта среднемесячной освещенности Российской Федерации [1]

На рисунке 2 приведена фотографии пешеходного перехода, для которого проводились расчеты и измерения и сам процесс измерений.



Рис. 2. Пешеходный переход, где проводились расчеты и измерения

По данным, приведенным на карте, были оценены количественные характеристики среднемесячной освещенности в Рязанская области.

В Москве, Московской области и Рязанской области среднемесячная освещенность $3 \div 3,5 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^2\cdot\text{сут}}$.

Основными элементами установки являются: солнечные панели (батареи), аккумулятор (накопления электроэнергии, на ночь или, например, на период пасмурной погоды); источник света (лампы, прожекторы и т. п.); система коммуникации и управления.

Подготовка установки уличного освещения включает в себя следующие этапы:

- 1 Расчет нагрузки.
- 2 Оценка периода освещения.
- 3 Расчет потребляемой энергии.
- 4 Подбор солнечных панелей (батарей).
- 5 Создание схемы установки с указанием номиналов использованных (подобранных) устройств.
- 6 Реализация установки на производстве.

Расчет сделан для аккумулятора 12 В (экономичный и доступный вариант), светодиодные лампы (лампа светодиодная ЭРА, 12(100) Вт, цоколь E27, груша, нейтральный белый, 25000 ч, LED A60-12W-4000-E27, Б0049636), рассчитанные на это напряжение. Можно использовать лампы, рассчитанные на 220 В, но для этого нужно устанавливать инвертор, который будет преобразовывать 12 В в 220 В, что существенно увеличит стоимость солнечной станции. При этом светодиодные лампы с питанием 12 В подбираются такими, что их квантовый выход (и как результат освещенность поверхности) оказывается не меньше, чем при использовании ламп, получающих питание 220 В.

В данной работе приведены только рассчитанная схема и контрольные измерения освещенности.

Схема осветительной установки приведена на рисунке 3.

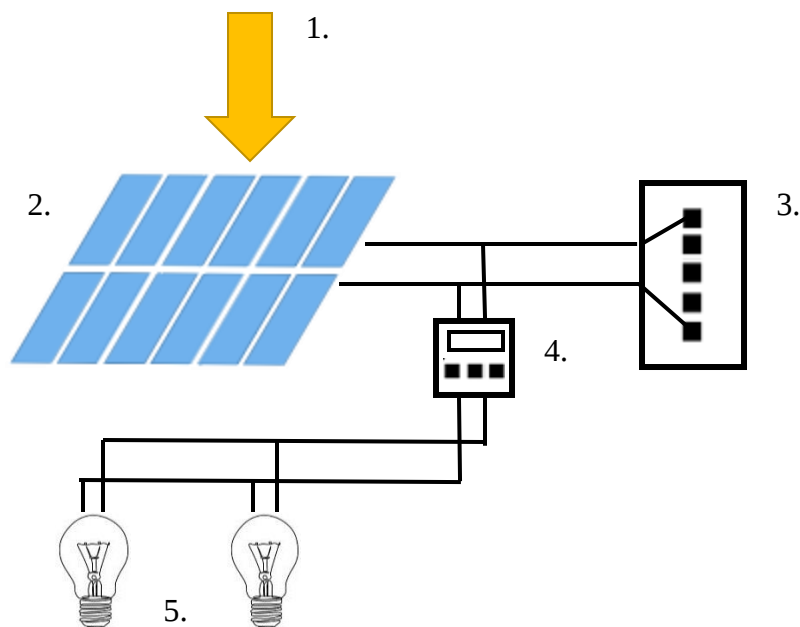


Рис. 3. Схема осветительной установки

1. Источник света
2. Солнечная панель
3. Аккумулятор
4. Контроллер питания
5. Светодиодные лампы

1. Для освещенности перехода ГОСТ устанавливает освещенность

$$E = 30 \text{ лк}$$

2. Световой поток

$$\Phi = E \cdot S = 30 \cdot 14 = 420 \text{ лм}$$

Примерная площадь переходного перехода с двухрядным движением

$$S = 7\text{м} \cdot 2\text{м} = 14\text{м}^2$$

3. Сила света источника света

$$I = \Phi \cdot \Omega \approx 1300 \text{ кд}$$

Полный телесный угол 4π ср (стерадиан). Пешеходный переход освещается в пределах угла как минимум вчетверо меньшего.

$$\Omega = \frac{4\pi}{4} = \pi \text{ ср}$$

Освещение перехода должно быть в т.н. горизонтальной плоскости, направлено вдоль оси перехода, вдоль направления движения.

4. Эту силу света должны давать светодиоды

$$I = N \cdot I_{\text{светдиод}} = 87 \cdot 15 \text{ кд}$$

N – необходимое количество светодиодов.

5. Какую мощность потребляют эти светодиоды

$$P_{\text{необх}} = N \cdot P_{\text{светодиод}} = 87 \cdot 0,06 \text{ Вт} = 17,4 \text{ Вт}$$

Энергия, которую потребляют светодиоды

$$W_{\text{светодиод}} = P_{\text{необх}} \cdot \Delta t = 17,4 \text{ Вт} \cdot 61200 \text{ с} \approx 1000 \text{ Дж}$$

$$\Delta t = 17 \text{ ч} = 61200 \text{ с}$$

В течение 17 часов каждые сутки переход надо освещать.

6. Солнечная батарея

Энергия, которую выдает батарея

$$W_{\text{батар}} = 1100 \text{ Дж}$$

$\Delta t = (24 - 17) \text{ ч} = 25200 \text{ с}$ – время зарядки батареи в светлое время суток.

Мощность батареи

$$P_{\text{батар}} = \frac{W_{\text{батар}}}{\Delta t} \approx 0,05 \text{ Вт}$$

Мощность батареи SilaSolar 280 Вт. Хватит одной батареи.

7. Аккумуляторы.

Аккумуляторы (аккумулятор) должны накапливать энергию 1100 Дж.

Например, Карбоновый аккумулятор глубокого разряда VPbC 12-100.

Емкость (накапливаемый заряд) составляет $Q_{\text{акк}} = 100 \text{ А} \cdot \text{ч} =$

$$360000 \text{ Кл} = 3,6 \cdot 10^5 \text{ Кл}$$

$$W_{\text{акк}} = I \cdot U \cdot \Delta t = \frac{Q}{\Delta t} U \Delta t = QU = 3,6 \cdot 10^5 \text{ Кл} \cdot 12 \text{ В} = 4,32 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

Достаточно одного аккумулятора.

Измерения освещенности пешеходного перехода проведены:

12.11.2022 (пасмурный день) и 13.11.2022 (светлый день, не солнечный).

Измерения освещенности проводились мультифункциональным прибором «4 в 1» DT-8820.

Результаты измерений приведены в таблице.

Дата	Время	Освещенность, лк
12.11.2022	14:20	5510
12.11.2022	16:10	280
12.11.2022	18:00	70
13.11.2022	11:40	18000 - 20000

Погрешность измерений составила 20%.

Выводы

1. Солнечные панели могут быть источником питания только для локальных участков.
2. Результат освещенности поверхности существенно зависит от погодных условий и может меняться на несколько порядков в течение дня, поскольку основной вклад дают естественные (природные) источники света.
3. В вечернее (сумеречно-темное время суток) полученная освещенность пешеходного перехода, на котором проводились измерения, соответствует требованиям ГОСТа [7].

Список литературы

1. Карта среднемесячной освещенности Российской. – URL: <https://altenergiya.ru/sun/chto-takoe-solnechnaya-insolyaciya.html> (дата обращения: 01.11.2022).
2. Кошкин, С.П. Возможности освещения парков Москвы с помощью солнечных батарей / С.П. Кошкин // Окружающая среда и энергосбережение. – 2019. – № 2(2). – С. 25-37.

3. Домашенко, Т.Е. Применение солнечных панелей для уличного освещения и способы управления ими / Т.Е. Домашенко, Н.М. Шайтор // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2019: Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 23–26 сентября 2019 года / Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2019. – С. 549-551.
4. Богданова, Д.А. Проектирование системы уличного освещения на солнечных батареях / Д.А. Богданова, М.В. Неудачин // Молодой исследователь Дона. – 2017. – № 2(5). – С. 2-6.
5. Кушаков, Х.Б.У. Использование солнечных панелей как альтернативный вид электрической энергии / Х.Б.У. Кушаков, Э.И. Муратов // Интернаука. – 2019. – № 4-1(86). – С. 68-69.
6. Современное уличное освещение на солнечных батареях: условия работы и области применения. – URL: <https://teplo.guru/eko/ulichnoe-osveshhenie-na-solnechnyih-batareyah.html> (дата обращения: 01.11.2022).
7. Национальный стандарт РФ Батареи фотоэлектрические ГОСТ Р 56978-2016 (IEC/TS 62548:2013). – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136730>.

References

1. URL: <https://altenergiya.ru/sun/chto-takoe-solnechnaya-insolyaciya.html>.
2. Koshkin S.P. *Okruzhayushchaya sreda i energovedeniye*, 2019, no. 2(2), pp. 25-37.
3. Domashenko T.Ye., Shaytor N.M. *Ekologicheskaya, promyshlennaya i energeticheskaya bezopasnost'*, Sbornik statey po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Sevastopol', Federal'noye gosudarstvennoye avtonomnoye obrazovatel'noye uchrezhdeniye vysshego obrazovaniya "Sevastopol'skiy gosudarstvennyy universitet", 2019, pp. 549-551..
4. Bogdanova D.A., Neudachin M.V. *Molodoy issledovatel' Dona*, 2017, no. 2(5), pp. 2-6.
5. Kushakov K.H.B.U., Muratov E.I. *Internauka*, 2019, no. 4-1(86), pp. 68-69.
6. URL: <https://teplo.guru/eko/ulichnoe-osveshhenie-na-solnechnyih-batareyah.html>
7. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136730/>

Рецензент: А.Ф. Смык, д-р физ.-мат. наук, доц., МАДИ