

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Дилдора Хайдаркуловна Тошпулатова

Джизакский государственный педагогический университет

[dildora@mail.ru](mailto:dildora@mail.ru)

### АННОТАЦИЯ

В данной работе мы выполнили расчеты по определению угла наклона фотоэлектрических панелей для одной автономной солнечной установки. Согласно расчетам, оптимальный угол наклона солнечных панелей для данной автономной электростанции составляет 24,2 градуса.

**Ключевые слова:** угол наклона, фотоэлектрические модули, расчет, автономная солнечная электростанция, излучение.

### ABSTRACT

In this work, we performed calculations to determine the angle of inclination of photovoltaic panels for one autonomous solar installation. According to the calculations, the optimal angle of inclination of solar panels for this autonomous power plant is 24.2 degrees.

**Keywords:** tilt angle, photovoltaic modules, calculation, autonomous solar power plant, radiation.

### ВВЕДЕНИЕ

Известно [1], что плотность потока энергии, падающего на модуль, зависит от угла наклона модуля к Солнцу. Когда поверхность панели и солнечное излучение перпендикулярны друг другу, плотность потока излучения будет максимальной. При изменении угла наклона плотность потока излучения уменьшается. Таким образом, угол наклона существенно влияет на излучение, падающее на поверхность модуля. Если угол наклона равен широте расположения модуля, поток излучения имеет максимально возможное значение. В данной работе мы выполнили расчеты по определению угла наклона фотоэлектрических панелей для одной автономной солнечной установки. По нашим расчетам, оптимальный угол наклона солнечных панелей для этой автономной электростанции составляет 24,2 градуса.

Фотоэлектрические элементы представляют собой комбинацию множества фотоэлектрических

преобразователей, закрепленных на жесткой или гибкой подложке. Каждый фотоэлемент панели состоит из двух кремниевых пластин с токопроводящими медными полосками. В месте контакта пластины имеют тончайшее покрытие: одно борное, другое фосфорное. Под действием фотонов солнечного света в фотоэлементе появляются области с избытком и недостатком (так называемые «дырки») электронов. В месте соединения пластин, в месте р-п перехода полупроводника возникает электрогенерирующий эффект.

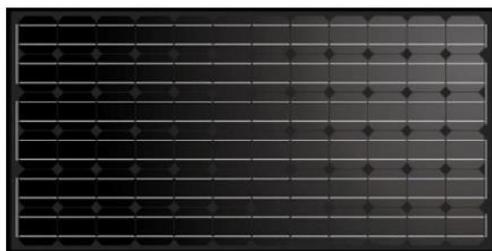


Fig 1. The form of monocrystal panel



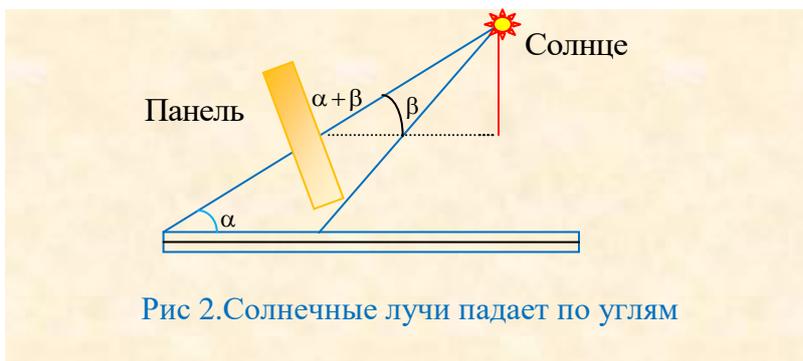
Fig 2. Solar panel

Производительность солнечных панелей во многом зависит от ориентации кристаллов и чистоты кремния. Последние десятилетия ученые бьются над улучшением этих параметров, удешевлением производства очищенного однородного кремния. В качестве полупроводникового материала может выступать не только кремний, но и принцип работы солнечных панелей остается прежним. Для производства монокристаллических солнечных панелей используется очищенный чистейший кремний. Этот тип солнечной панели выглядит как силиконовые соты или ячейки, которые соединены в одну структуру. Причем такие аккумуляторы стоит выбирать хотя бы из-за их высокой 20% эффективности. Это хороший показатель для солнечных батарей. Внешний вид панелей показан на рисунке 1.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Так как планируемые панели будут устанавливаться непосредственно на крышу навеса, электрозарядных устройств возникает необходимость учитывать угол установки солнечных модулей. Расчет проводится по методике [2]. Для определения дневной освещенности наклонного участка необходимо среднемесячную

освещенность солнечного излучения в кВт·ч/мес на участке с таким же углом наклона, что и солнечные панели, разделить на число дней месяца.



Если модуль обращен к Солнцу так, что лучи падают перпендикулярно его поверхности, то угол его наклона равен полярному углу Солнца (рис. 2.)

$$\beta = 90 - \alpha, \quad (1)$$

где  $\alpha$  – угол возвышения – высота Солнца на небе, измеренная в градусах от горизонтального положения. Склонение равно нулю в дни (22 марта и 22 сентября), положительному, когда в северном полушарии лето, и отрицательному, когда там зима. Склонение достигает максимума 23,45 22 июня и минимума -23,45 22 декабря.



Рис 3. Уголь склонения по месяцам

Склонение можно рассчитать по формуле (12), градус

$$\Delta = 23.45^\circ \cdot \sin\left(\frac{360}{365}(\delta - 81)\right) \quad (2)$$

где  $\delta$  - день года, для января -1, для 2 января = 2 и так далее. Согласно полученным результатам, оптимальный угол наклона солнечных панелей для полного автономного питания электростанции составит 24,2 градуса.



Рис 4. Распределения угля по месяцам

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плотность потока энергии, падающего на модуль, зависит от угла наклона  $\beta$  между модулем и Солнцем. Когда поверхность панели и солнечное излучение перпендикулярны друг другу, плотность потока излучения будет максимальной. При изменении угла наклона плотность потока излучения уменьшается. Таким образом, угол наклона существенно влияет на излучение, падающее на поверхность модуля. Если угол наклона равен широте  $\varphi$  расположения модуля, т. е.  $\beta = \varphi = 53^\circ$ , поток излучения имеет максимально возможное значение.

## REFERENCES

1. Местников, А.Е. Тепловая защита зданий на севере: материалы, изделия, конструкции. А. Е. Местников, П. С. Абрамова. М.: Издательство ABC, 2009. – 5 – 10 с.
2. Христофорова Т.А. Внедряем новые энергоэффективные технологии. Т.А. Христофорова. Энергосбережение в Якутии. 2017. № 6 (12). С. 10-11.
3. Тайланов Н.А. Расчет энергетических параметров автономной солнечной электростанции в Арнасайском районе. Узбекский физический журнал, том 20, № 1, 2018 г.
4. Тайланов Н.А. Расчет энергетических параметров солнечной электростанции. Международная научная конференция. «Роль женщин в современной науке и технологиях» 12-14 апреля 2017 г., Узбекистан, Джизакский политехнический институт, г. Джизак, Узбекистан.