

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СТЕНД
«СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

УДК 371.8
ББК 74.200.58
Ю16

Юдинцева Е. Н., Кущенко Я. В., Ларькин А. В.

Учебно-методический стенд «Солнечная энергетика». Методическое пособие / Е. Н. Юдинцева, Я. В. Кущенко, А. В. Ларькин. – М.: Инэнерджи, 2020. – 68 с.

ISBN 978-5-6043542-1-6

Данное пособие рекомендуется для использования во внеурочной деятельности и в рамках общеобразовательной программы школы при работе с учебно-методическим стендом «Солнечная энергетика». Пособие имеет практическую направленность, включает в себя лабораторные работы и кейсы, а также дополнено теоретическими сведениями о солнечной энергетике.

УДК 371.8
ББК 74.200.58

Методическое пособие

Юдинцева Елена Николаевна, **Кущенко** Яна Владимировна, **Ларькин** Андрей Владимирович

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СТЕНД «СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

Подписано в печать 20.05.2020. Формат 60х84/8. Усл. печ. л. 7,39. Тираж 100 экз.
Издано по заказу ООО «Инэнерджи». 115201, Москва, 2-ой Котляковский пер., 18
Отпечатано в ООО «Глобал Маркетинг». 115201, Москва, 2-й Котляковский пер., д. 18

ISBN 978-5-6043542-1-6



© Юдинцева Е.Н., Кущенко Я.В., Ларькин А.В., 2020
© Оформление. ООО «Инэнерджи», 2020

ПОЛЕЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	4
ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ СО СТЕНДОМ.....	5
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КПД РАЗЛИЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ»	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 «ВОЛЬТ-АМПЕРНАЯ И ВАТТ-АМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗЛИЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ»	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 «ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ НА ВЫРАБАТЫВАЕМУЮ ЕЮ МОЩНОСТЬ»	24
КЕЙСЫ	31
КЕЙС №1 ««СОЛНЕЧНОЕ» ЭЛЕКТРИЧЕСТВО»	32
КЕЙС №2 «ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ МОЩНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ ОТ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ НА НАШЕЙ ПЛАНЕТЕ И ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ»	44
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ БЛАНКИ.....	57

Новости альтернативной энергетики

<https://energy.hse.ru/Wiie>

<https://www.forbes.ru/tegi/solnechnaya-energetika>

<http://tf-tc.ru/novosti-energetiki/>

<http://pvrussia.ru/news/>

Статьи

https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_энергетика

https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_генерация

Видео

ПостНаука. Солнечная энергетика. Евгений Кац

<https://www.youtube.com/watch?v=hCqPpo1Jp2o>

Элементарно. Солнечная батарея (как устроена)

<https://www.youtube.com/watch?v=6vkd8vA1uk8>

Сила Солнца. Использование солнечной энергии | ЕХперименты с Антоном Войцеховским

<https://www.youtube.com/watch?v=QQ-2Mzzwu4o>

Солнечное электричество | ЕХперименты с Антоном Войцеховским

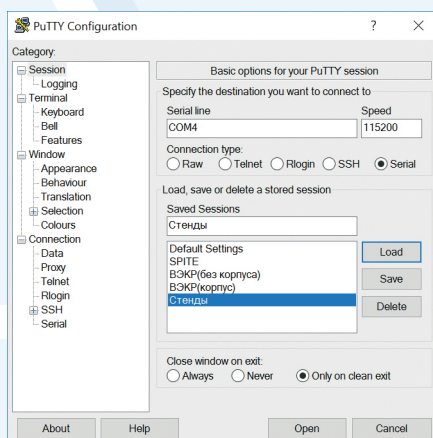
https://www.youtube.com/watch?v=XhmlncGJOMQ&list=PLS93_pp5BAdUJlrE2W8LD0vv86bmOJj2x

1. Установите опорную раму с прикрученной к ней галогенной лампой (прожектором) на горизонтальную поверхность. Для работы с крепёжными болтами на раме используйте входящий в комплект L-образный шестигранный ключ.
2. Выберите расстояние от солнечной панели до источника света, перемещая вертикальную стойку вдоль основания опорной рамы, затяните крепёжные болты при помощи ключа. Максимальное расстояние ограничено размерами рамы и составляет около 70 см, минимальное расстояние должно быть не менее 30 см во избежание перегрева солнечной панели и выхода её из строя.
3. Раскрутите фиксирующие ручки крепления рамы для солнечной панели, установите нужный угол и закрутите фиксирующие ручки обратно.
4. Установите блок управления стенда в удобном месте рядом с опорной рамой таким образом, чтобы свет от включённого прожектора не попадал Вам в глаза.
5. Подключите кабель питания стенда к разъёму, расположенному на боковой панели блока управления стенда.
6. Подключите кабель прожектора к стенду в разъём, находящийся на задней панели стенда.
7. Установите выбранную солнечную панель на стойку опорной рамы горизонтально и подключите шнур, идущий от солнечной панели, к блоку управления стенда, с помощью разъёма. Разъём имеет ключ, который не позволит перепутать полярность. После того как вставите разъём, закрутите фиксирующую гайку по часовой стрелке до упора.
8. Включите блок управления стенда. Для этого подключите кабель питания стенда к сети бытового назначения с номинальным напряжением 220 В и частотой 50 Гц и включите стенд с помощью тумблера, поставив его в положение «1», одновременно удерживая дисплей в нажатом состоянии при помощи обратной стороны шариковой ручки или собственного пальца до тех пор, пока не услышите звуковой сигнал (2–3 секунды). После этого на экране высветится информация о калибровке тачскрина, проведите её посредством последовательного нажатия на пиксели. Когда процедура будет завершена, появится окно снятия показаний.

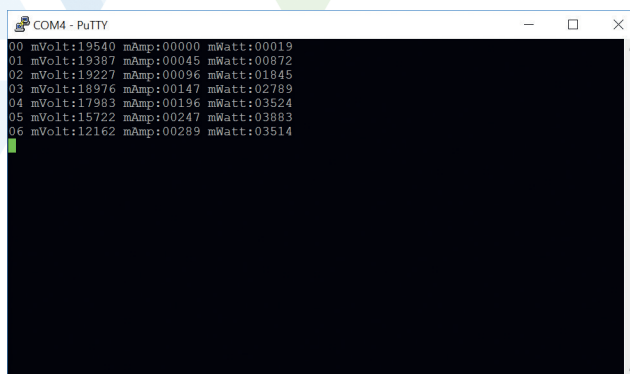


9. Включите лампу прожектора с помощью диммера, находящегося на лицевой панели блока управления стенда, повернув его с щелчком по часовой стрелке. Установите нужную освещённость, вращая диммер по часовой стрелке или против неё, где крайнее левое положение до щелчка – это 5 %, крайнее правое – 100 % мощности галогенной лампы.
10. Нажмите на сенсорном экране кнопку «Снять характеристики», внизу под осями координат высветится надпись: «Идёт снятие характеристик». После того как характеристики будут сняты, появится надпись: «Снятие характеристик завершено». При подключении внешней нагрузки к клеммам блока управления стенда можно не пользоваться кнопкой «Снять характеристики», ток и напряжение на внешней нагрузке отобразятся в соответствующих полях дисплея. При необходимости можно измерять параметры внешней нагрузки самостоятельно подключением дополнительного внешнего оборудования.
11. Далее нажмите кнопку «ВоАх» или «ВаАх», и на экране отобразится соответственно вольт-амперная или ватт-амперная характеристика; для отображения на компьютере данных в формате таблицы нажмите кнопку «Отобразить на ПК». Если кнопки не срабатывают или срабатывают некорректно, проведите повторную калибровку дисплея (см. пункт 8).
12. Для того чтобы все данные отображались на ПК, скачайте последнюю версию бесплатной программы «PuTTY» с <https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/latest.html>.
13. Подключите стенд к ПК с помощью USB-кабеля (в набор не входит; разъём для подключения USB-кабеля находится на боковой панели блока управления стенда) и запустите программу. В разделе «Connection type» выберите пункт «Serial».

14. Выберите тот COM-порт, к которому Вы подключились, посмотреть это можно на компьютере в разделе «Панель управления – Диспетчер устройств – Порты (COM и LPT)».
15. В окне «Speed» пропишите значение 115200 и нажмите кнопку «Load», затем – «Open».



16. Теперь, после нажатия на сенсорном экране кнопки «Отобразить на ПК», на компьютере откроется окно с таблицей значений, – сила тока (мА), напряжение (мВ), мощность (мВт), – отображённых в виде графика на дисплее блока управления. В таблице зафиксированы значения точек, по которым построена характеристика. Вы можете экспортировать полученные данные в Excel для проведения дальнейших расчётов или автоматического построения графиков.
17. Перед выключением стенда выкрутите диммер против часовой стрелки через щелчок до упора в положение OFF (выкл.) для отключения галогенной лампы прожектора.



18. Отключите блок управления стенда. Для этого переведите тумблер переключения стенда в выключенное положение («0»).
19. Отсоедините солнечную панель от блока управления стенда.

Внимание! За время проведения экспериментов корпус и защитное стекло прожектора сильно разогреваются. Будьте осторожны во избежание ожогов и случайного повреждения оборудования! После окончания работы оставьте стенд в недоступном для обучающихся месте до полного остывания прожектора.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КПД РАЗЛИЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ»

Цель работы: рассчитать КПД различных солнечных панелей.

Солнечное излучение представляет собой поток фотонов, несущих в себе определённый заряд энергии, которую можно использовать для получения электрической энергии. Прямое превращение энергии солнечной радиации в электричество осуществляется с помощью полупроводниковых фотоэлектрических преобразователей (ФЭП; фотоэлектрических элементов).

Солнечные модули (солнечные панели) состоят из фотоэлектрических элементов, соединённых в последовательные цепочки для получения требуемых параметров по напряжению и току, а, следовательно, и мощности. Соединённые определённым образом между собой модули образуют солнечные батареи. Принцип действия ФЭП основан на фото-вольтаическом эффекте в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения. Использовать энергию фотоэлементов можно так же, как и энергию других источников питания, с той разницей, что солнечные элементы не боятся короткого замыкания. Каждый из них предназначен для поддержания определённой силы тока при заданном напряжении, но в отличие от других источников тока характеристики солнечного элемента зависят от количества падающего на его поверхность света.

Коэффициент полезного действия (КПД) – одна из основных характеристик, определяющих эффективность преобразования энергии. Чем выше КПД устройства, тем более энергоэффективным принято его считать. КПД солнечного модуля зависит от многих факторов (особенностей строения и типа фотоэлементов, угла расположения панелей относительно направления падения света, погодных условий, рабочей температуры и так далее). В данной работе мы определим КПД монокристаллической, поликристаллической и аморфной солнечных панелей.

В солнечной энергетике принято считать КПД солнечного модуля как отношение электрической мощности, производимой при работе фотоэлектрического преобразователя $P_{\max'}$ к мощности солнечного излучения P_i , падающего на его поверхность при стандартной плотности солнечной радиации 1 кВт/м^2

$$\eta = P_{\max'} / P_i$$

где P_i рассчитывается как произведение площади фотоэлементов, входящих в солнечную батарею, и интенсивности излучения от источника освещения $I_{\text{св}}$.

$$P_i = S \cdot I_{\text{св}}$$

Интенсивность излучения от источника освещения с галогенной лампой, входящей в набор, более 300 Вт/м^2 . Для получения более точных значений интенсивности освещения ($I_{\text{св}}$) можно воспользоваться люксметром (в набор не входит). Разделив среднее значение уровня освещённости ($E_{\text{в(ср)}}$) на различных участках модуля (каждом фотоэлементе) на коэффициент перевода фотометрических величин в энергетические (для галогенных ламп коэффициент перевода равен $K = 30 \text{ лк}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$), Вы получите искомую величину

$$I_{\text{св (ср)}} = E_{\text{в(ср)}} / K.$$

Выдаваемую в определённых условиях (дальность расположения панели от источника света, угол поворота модуля относительно горизонта, интенсивность освещения) максимальную мощность ($P_{\max'}$) можно определить по графику ватт-амперных характеристик солнечного модуля и выведенным на ПК значениям, по формуле:

$$P_{\max} = U_{\text{ТММ}} \cdot I_{\text{ТММ'}}$$

где $U_{\text{ТММ}}$ и $I_{\text{ТММ'}}$ – значения напряжения и силы тока в точке максимальной мощности соответственно.

Задание 1. Определение КПД монокристаллической солнечной панели

1. Измерьте размеры фотоэлектрических преобразователей, входящих в модуль. Рассчитайте площадь светопринимающей поверхности.
2. Установите монокристаллическую панель на вертикальную опору с углом 90° между светопринимающей поверхностью и направлением падения лучей источника света и с максимальной дальностью расположения от источника света (проектора). Подключите панель к разъёму на боковой стороне стенда, закрутите фиксирующую гайку по часовой стрелке до упора.
3. Подключите блок управления стенда к ПК через USB-кабель.
4. Включите стенд, переведя тумблер на боковой панели в положение «1» и откалибровав дисплей.
5. Установите максимальную интенсивность освещения солнечной панели, повернув диммер через щелчок по часовой стрелке до упора.
6. Постройте графики зависимостей параметров, нажав на кнопку «Снять характеристики» и «Отобразить на ПК».
7. Измерьте с помощью пирометра температуру поверхности панели.
8. По точкам, зафиксированным в окне программы «PuTTY», заполните таблицу 1 значениями силы тока и соответствующими им значениями напряжения в различные периоды времени.
9. Рассчитайте КПД солнечной панели, используя среднеарифметические показатели, полученные с каждого фотоэлемента.

Таблица 1. Определение КПД монокристаллической солнечной панели при температуре T_1

Точка	Угол наклона	Расстояние до источника света, м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели, °С	Напряжение, В	Сила тока, А	КПД η , %
1.	90°	$L_{\text{max}} =$	$I_{\text{св}} =$	$T_1 =$	$U_1 =$	$I_1 =$	
2.					$U_2 =$	$I_2 =$	
3.					$U_3 =$	$I_3 =$	
4.					$U_4 =$	$I_4 =$	
5.					$U_5 =$	$I_5 =$	
6.					$U_6 =$	$I_6 =$	
...					$U_n =$	$I_n =$	

Поле для необходимых расчётов.

10. Повторите эксперимент спустя несколько минут. Температура на поверхности солнечной панели за это время возрастёт. Данные запишите в таблицу 2. Рассчитайте КПД панели при температуре T_2 .

Таблица 2. Определение КПД монокристаллической солнечной панели при температуре T_2

Точка	Угол наклона	Расстояние до источника света, м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели, °C	Напряжение, В	Сила тока, А	КПД η , %
1.	90°	L_{max} =	$I_{\text{св}}$ =	T_2 =	U_1 =	I_1 =	
2.					U_2 =	I_2 =	
3.					U_3 =	I_3 =	
4.					U_4 =	I_4 =	
5.					U_5 =	I_5 =	
6.					U_6 =	I_6 =	
...					U_n =	I_n =	

Поле для необходимых расчётов.

Обработка результатов измерений:

1. Изменились ли значения выходных параметров и КПД монокристаллической солнечной панели с ростом температуры? Каким образом?

2. Предложите своё объяснение наблюдаемому явлению.

3. Сделайте выводы.

Задание 2. Определение КПД поликристаллической солнечной панели

Повторите процедуру проведения эксперимента, описанного в пунктах 1–10 задания 1. В своём эксперименте используйте поликристаллическую солнечную панель. Данные запишите в таблицы 3 и 4. Стремиться проводить испытания при той же температуре на поверхности солнечной панели, что и в предыдущем опыте.

Таблица 3. Определение КПД поликристаллической солнечной панели при температуре T_1

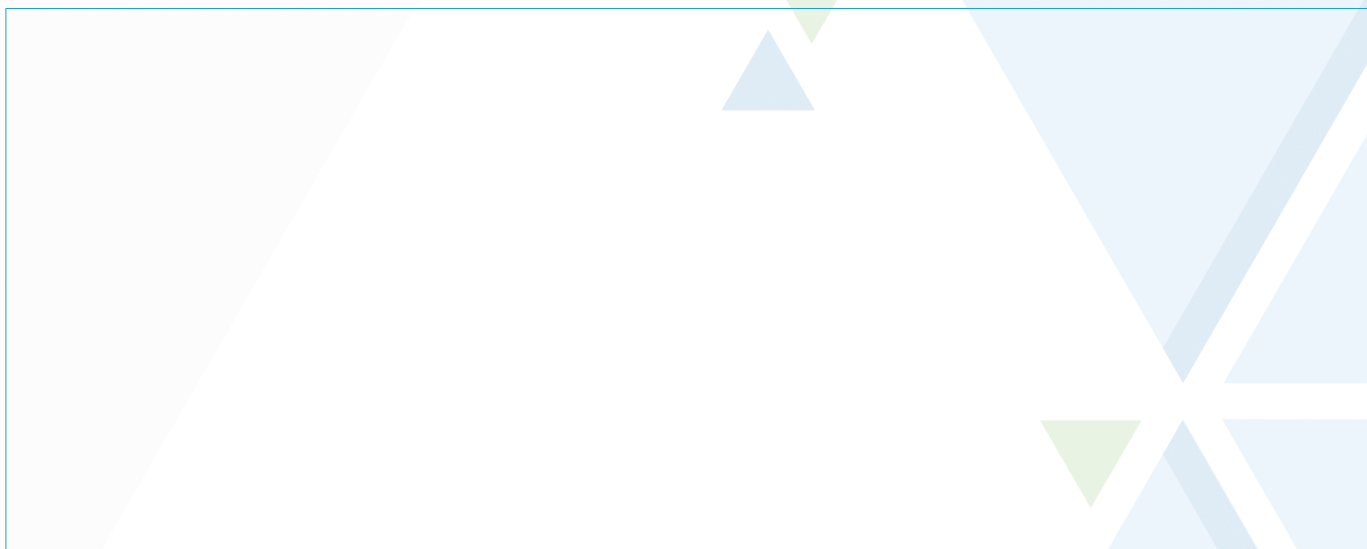
Точка	Угол наклона	Расстояние до источника света, м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели, °C	Напряжение, В	Сила тока, А	КПД η , %
1.	90°	$L_{\text{max}} =$	$I_{\text{св}} =$	$T_1 =$	$U_1 =$	$I_1 =$	
2.					$U_2 =$	$I_2 =$	
3.					$U_3 =$	$I_3 =$	
4.					$U_4 =$	$I_4 =$	
5.					$U_5 =$	$I_5 =$	
6.					$U_6 =$	$I_6 =$	
...					$U_n =$	$I_n =$	

Поле для необходимых расчётов.

Таблица 4. Определение КПД поликристаллической солнечной панели при температуре T_2

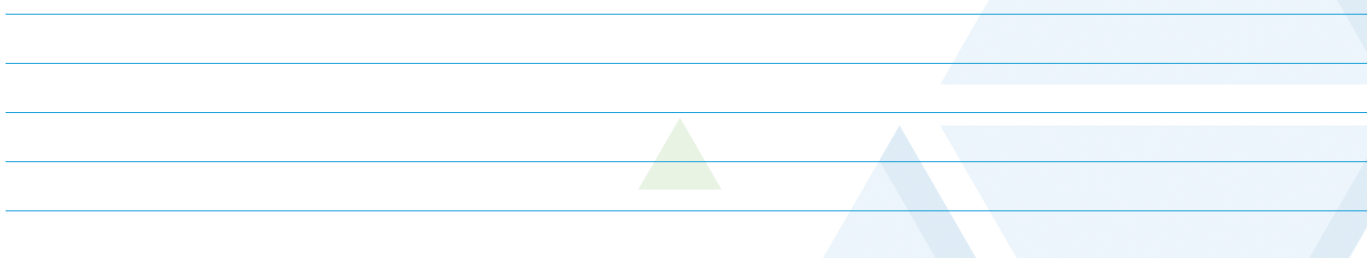
Точка	Угол наклона	Расстояние до источника света, м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели, °C	Напряжение, В	Сила тока, А	КПД η , %
1.	90°	$L_{\text{max}} =$	$I_{\text{св}} =$	$T_2 =$	$U_1 =$	$I_1 =$	
2.					$U_2 =$	$I_2 =$	
3.					$U_3 =$	$I_3 =$	
4.					$U_4 =$	$I_4 =$	
5.					$U_5 =$	$I_5 =$	
6.					$U_6 =$	$I_6 =$	
...					$U_n =$	$I_n =$	

Поле для необходимых расчётов.

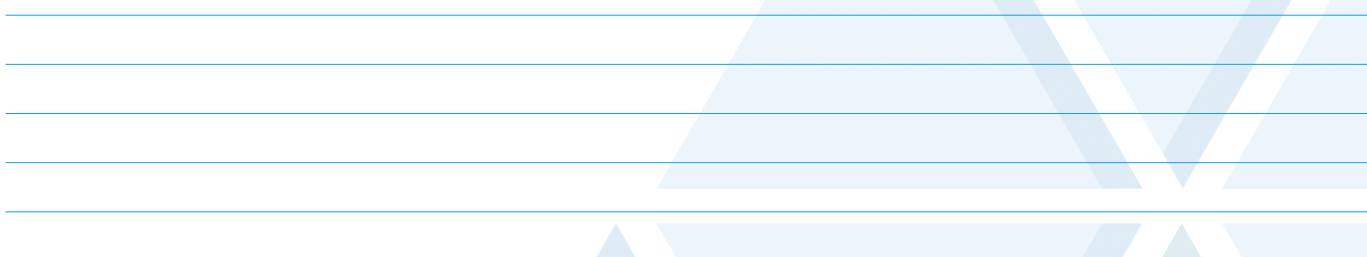


Обработка результатов измерений:

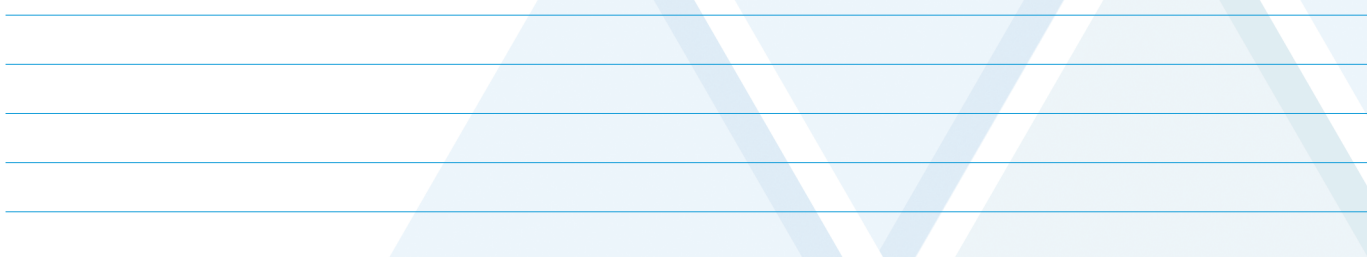
1. Изменились ли значения выходных параметров и КПД поликристаллической солнечной панели с ростом температуры? Каким образом?



2. Предложите своё объяснение наблюдаемому явлению.



3. Сделайте выводы.



Задание 3. Определение КПД аморфной солнечной панели

Повторите процедуру проведения эксперимента, описанного в пунктах 1–10 задания 1. В своём эксперименте используйте аморфную солнечную панель. Данные запишите в таблицы 5 и 6. Стремитесь проводить испытания при той же температуре на поверхности солнечной панели, что и в предыдущих опытах.

Таблица 5. Определение КПД аморфной солнечной панели при температуре T_1

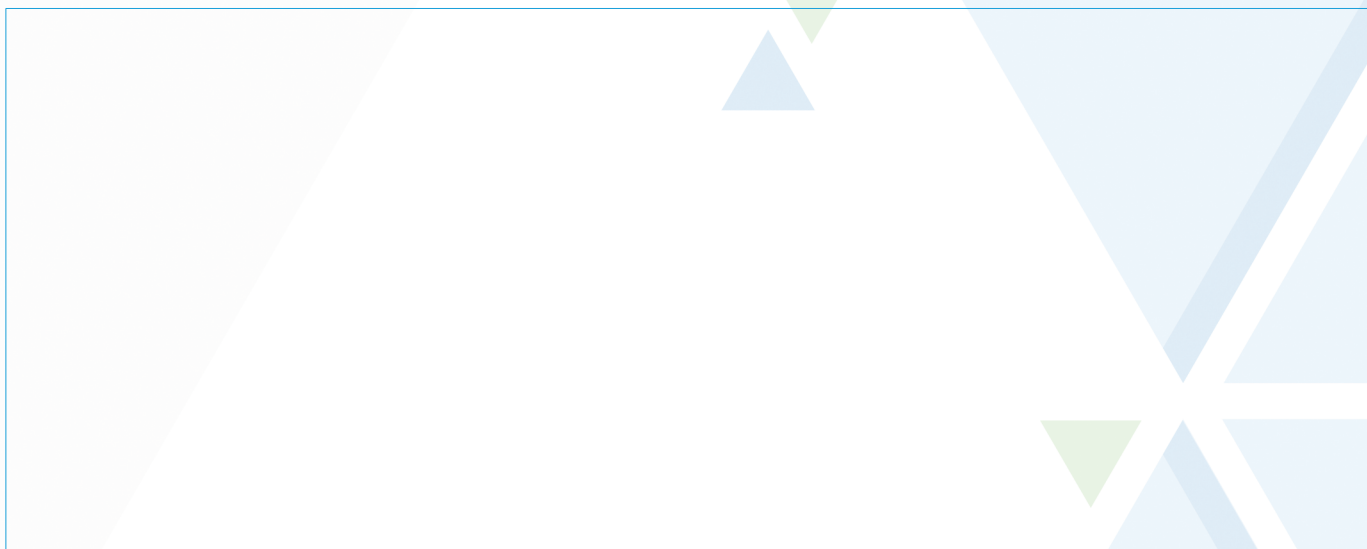
Точка	Угол наклона	Расстояние до источника света, м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели, °С	Напряжение, В	Сила тока, А	КПД η , %
1.	90°	$L_{\text{max}} =$	$I_{\text{св}} =$	$T_1 =$	$U_1 =$	$I_1 =$	
2.					$U_2 =$	$I_2 =$	
3.					$U_3 =$	$I_3 =$	
4.					$U_4 =$	$I_4 =$	
5.					$U_5 =$	$I_5 =$	
6.					$U_6 =$	$I_6 =$	
...					$U_n =$	$I_n =$	

Поле для необходимых расчётов.

Таблица 6. Определение КПД аморфной солнечной панели при температуре T_2

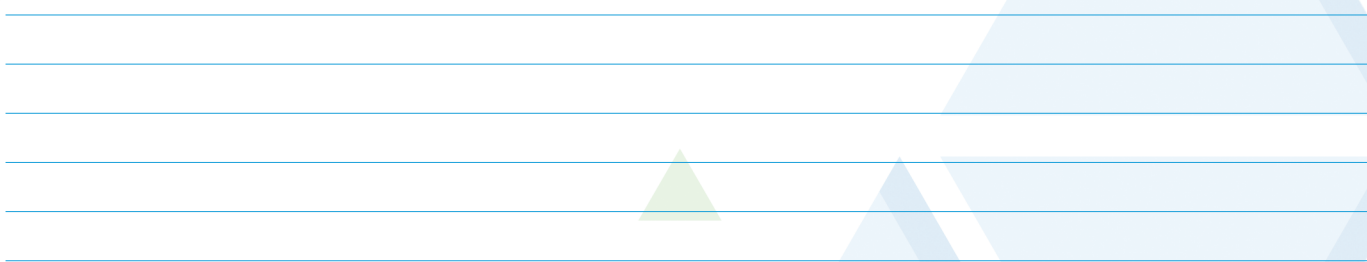
Точка	Угол наклона	Расстояние до источника света, м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели, °С	Напряжение, В	Сила тока, А	КПД η , %
1.	90°	$L_{\text{max}} =$	$I_{\text{св}} =$	$T_2 =$	$U_1 =$	$I_1 =$	
2.					$U_2 =$	$I_2 =$	
3.					$U_3 =$	$I_3 =$	
4.					$U_4 =$	$I_4 =$	
5.					$U_5 =$	$I_5 =$	
6.					$U_6 =$	$I_6 =$	
...					$U_n =$	$I_n =$	

Поле для необходимых расчётов.

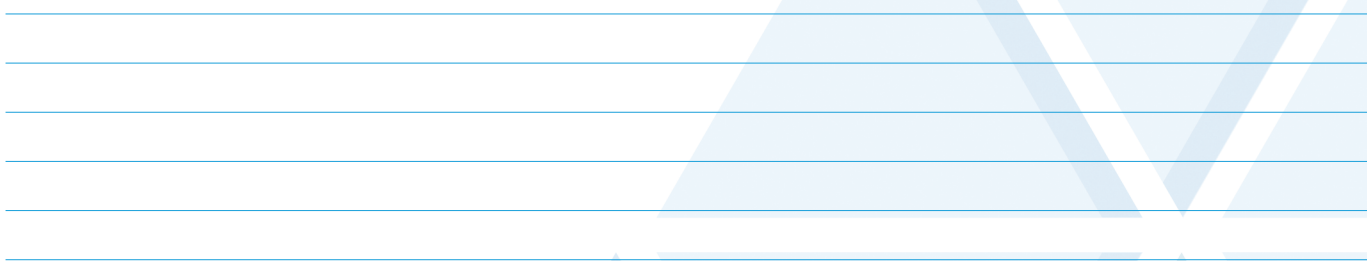


Обработка результатов измерений:

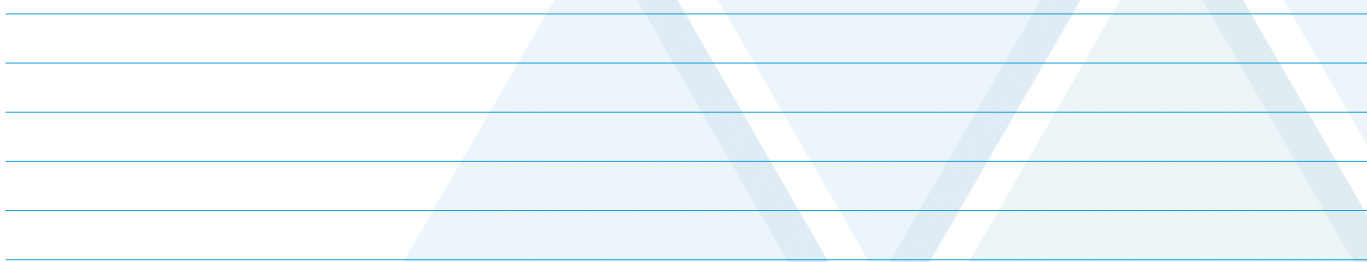
1. Изменились ли значения выходных параметров и КПД аморфной солнечной панели с ростом температуры? Каким образом?



2. Предложите своё объяснение наблюдаемому явлению.



3. Сделайте выводы.



Задание 4. Сравнение эффективности солнечных панелей различных типов

Получив экспериментальные данные из заданий 1–3, сравните КПД солнечных панелей различных типов.

Таблица 7. Сравнение эффективности различных солнечных панелей при температуре T_1

Тип солнечных панелей	Площадь $S, \text{ м}^2$	Температура поверхности $T_1, ^\circ\text{C}$	Напряжение $U_{\text{тмм}}, \text{ В}$	Сила тока $I_{\text{тмм}}, \text{ А}$	Мощность $P_{\text{max}}, \text{ Вт}$	КПД $\eta, \%$
Монокристаллические						
Поликристаллические						
Аморфные						

Таблица 8. Сравнение эффективности различных солнечных панелей при температуре T_2

Тип солнечных панелей	Площадь $S, \text{ м}^2$	Температура поверхности $T_1, ^\circ\text{C}$	Напряжение $U_{\text{тмм}}, \text{ В}$	Сила тока $I_{\text{тмм}}, \text{ А}$	Мощность $P_{\text{max}}, \text{ Вт}$	КПД $\eta, \%$
Монокристаллические						
Поликристаллические						
Аморфные						

Обработка результатов измерений:

1. Какие панели, по Вашему мнению, оказались наиболее эффективными? При каких условиях?

2. Отличается ли поведение характеристик солнечных панелей различных типов в зависимости от температуры? Если да, то каким образом? Если нет, как Вы думаете, почему?

3. Как Вы считаете, изменится ли производительность солнечных панелей при освещении их естественным солнечным светом той же интенсивности? Ответ поясните.

4. Предложите своё объяснение наблюдаемым явлениям.

5. Можно ли считать полученные значения КПД различных солнечных панелей однозначными для сравнения? Почему?

6. Сделайте выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 «ВОЛЬТ-АМПЕРНАЯ И ВАТТ-АМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗЛИЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ»

Цель работы: экспериментально получить вольт-амперные и ватт-амперные характеристики различных солнечных панелей.

Вольт-амперной характеристикой (ВАХ) называют функцию (а также её график), задающую зависимость тока, протекающего через двухполюсник, от напряжения на нём. Двухполюсником называют любой элемент электрической цепи, содержащий два контакта для соединения с другими электрическими цепями.

Ватт-амперная характеристика (ВаттАХ) отражает зависимость выходной мощности от тока, протекающего через двухполюсник.

Простейшие элементы электрической цепи (например, резистор) имеют линейные ВАХ. У таких элементов сила тока зависит от напряжения по закону Ома. ВАХ многих других элементов отличаются от прямой линии.

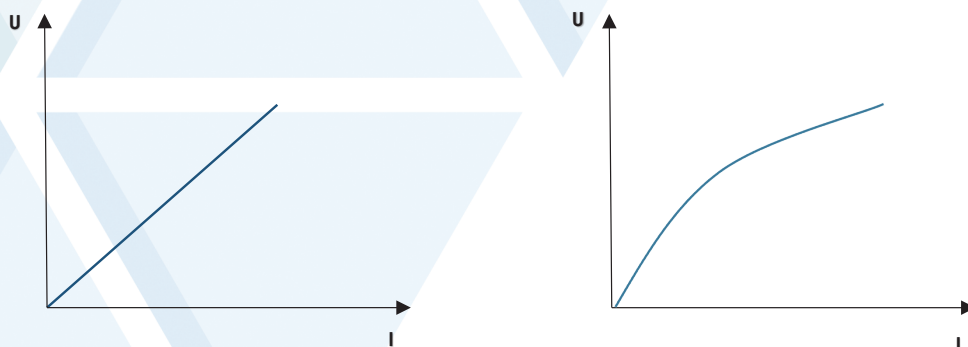


Рисунок 1. Линейная (слева) и нелинейная (справа) ВАХ, полученные на различных элементах электрической цепи

Солнечные панели, как Вы уже могли заметить из лабораторной работы № 1, имеют нелинейные ВАХ и ВаттАХ.

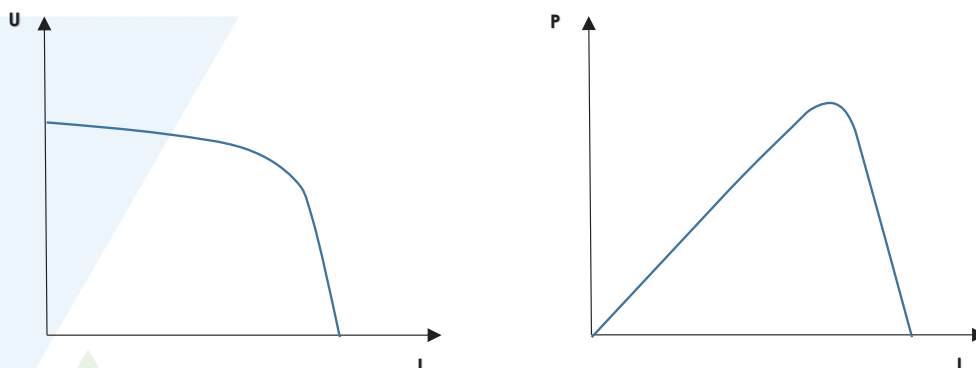


Рисунок 2. Пример ВАХ (слева) и ВаттАХ (справа) фотоэлектрического элемента

Задание 1. Снятие вольт-амперных и ватт-амперных характеристик монокристаллической солнечной панели

1. Установите монокристаллическую панель на вертикальную опору с углом 90° между светопринимающей поверхностью и направлением падения света и с заранее выбранной дальностью расположения от источника света (прожектора). Подключите панель к разъёму на боковой стороне стенда, закрутите фиксирующую гайку по часовой стрелке до упора.
2. Подключите блок управления стенда к ПК через USB-кабель.
3. Включите стенд, переведя тумблер на боковой панели в положение «1» и откалибровав дисплей.
4. Установите максимальную интенсивность освещения солнечной панели, повернув диммер через щелчок по часовой стрелке до упора.
5. Измерьте с помощью пирометра температуру поверхности панели.
6. Постройте графики зависимостей параметров, нажав на кнопку «Снять характеристики» и «Отобразить на ПК».
7. По точкам, зафиксированным в окне программы «PuTTY», зарисуйте полученные графики. В своей работе Вы можете пользоваться дополнительными бланками из приложения к пособию.



График 1. Вольт-амперная характеристика

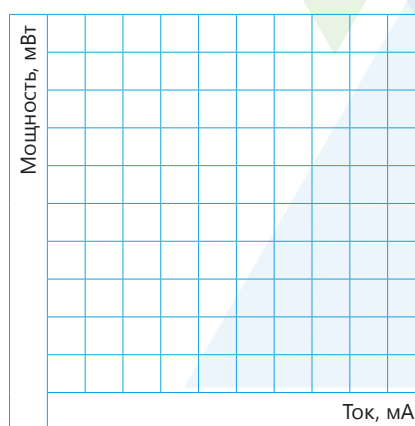


График 2. Ватт-амперная характеристика

8. Определите по графикам ВАХ, ВаттАХ и выведенным на ПК данным максимальную мощность солнечной панели и соответствующие ей параметры. Полученные данные запишите в таблицу 9.

Таблица 9. Основные параметры монокристаллической солнечной панели

Угол наклона	Расстояние до источника света L , м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели T , °C	Напряжение $U_{\text{тмм}}$, В	Сила тока $I_{\text{тмм}}$, А	Производительность P_{max} , Вт
90°						

Поле для необходимых расчётов.

Обработка результатов измерений:

1. Что можно сказать об эффективности модуля по его ВАХ и ВаттАХ? Есть ли прямая зависимость между увеличением значения силы тока и значениями выходных параметров солнечной панели?

2. Предложите своё объяснение наблюдаемому явлению.

3. Сделайте выводы.

Задание 2. Снятие вольт-амперных и ватт-амперных характеристик поликристаллической солнечной панели

Повторите процедуру проведения эксперимента, описанного в пунктах 1–8 задания 1. В своём эксперименте используйте поликристаллическую солнечную панель. Данные запишите в таблицу 10. ВАХ и ВаттАХ зарисуйте в тех же областях (график 1 и 2) другим цветом. Стремитесь проводить испытания при той же температуре на поверхности солнечной панели, что и в предыдущем опыте.

Таблица 10. Основные параметры поликристаллической солнечной панели

Угол наклона	Расстояние до источника света L , м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели T , °C	Напряжение $U_{\text{тмм}}$, В	Сила тока $I_{\text{тмм}}$, А	Производительность P_{max} , Вт
90°						

Поле для необходимых расчётов.

Обработка результатов измерений:

1. Что можно сказать об эффективности модуля по его ВАХ и ВаттАХ? Есть ли прямая зависимость между увеличением значения силы тока и значениями выходных параметров солнечной панели?

2. Предложите своё объяснение наблюдаемому явлению.

3. Сделайте выводы.

Задание 3. Снятие вольт-амперных и ватт-амперных характеристик аморфной солнечной панели

Повторите процедуру проведения эксперимента, описанного в пунктах 1–8 задания 1. В своём эксперименте используйте аморфную солнечную панель. Данные запишите в таблицу 11. ВАХ и ВаттАХ зарисуйте в тех же областях (график 1 и 2) другим цветом. Стремиться проводить испытания при той же температуре на поверхности солнечной панели, что и в предыдущих опытах.

Таблица 11. Основные параметры аморфной солнечной панели

Угол наклона	Расстояние до источника света L , м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели T , °С	Напряжение $U_{\text{тмм}}$, В	Сила тока $I_{\text{тмм}}$, А	Производительность P_{max} , Вт
90°						

Поле для необходимых расчётов.

Обработка результатов измерений:

1. Что можно сказать об эффективности модуля по его ВАХ и ВаттАХ? Есть ли прямая зависимость между увеличением значения силы тока и значениями выходных параметров солнечной панели?

2. Предложите своё объяснение наблюдаемому явлению.

3. Сделайте выводы.

Задание 4. Сравнение характеристик солнечных панелей

1. Внесите полученные в заданиях 1–3 данные основных характеристик различных солнечных панелей в таблицу 12.
2. Проведите сравнительный анализ полученных данных и отображённых различным цветом ВАХ и ВаттАХ солнечных панелей трёх видов.

Таблица 12. Сравнение характеристик солнечных панелей

Тип солнечных панелей	Напряжение $U_{TMM}, В$	Сила тока $I_{TMM}, А$	Производительность $P_{max}, Вт$
Монокристаллические			
Поликристаллические			
Аморфные			

Обработка результатов измерений:

1. Что общего между графиками ВАХ и ВаттАХ различных солнечных панелей? Чем они отличаются?

2. Меняется ли производительность солнечных панелей в зависимости от типа солнечной панели? Каким образом?

3. Предложите своё объяснение наблюдаемым явлениям.

4. Сделайте выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 «ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ НА ВЫРАБАТЫВАЕМУЮ ЕЮ МОЩНОСТЬ»

Цель работы: определить зависимость эффективности солнечных панелей от угла падения лучей источника света.

Производительность солнечных панелей зависит от многих параметров. С некоторыми из них Вы уже познакомились, с другими ещё предстоит знакомство.

Важным параметром, который Вы исследуете в этой работе, является угол падения солнечных лучей на солнечную панель. Максимальное значение производительности можно достичь только при условиях нахождения солнечных панелей под углом 90° к лучам солнечного света.

Задание 1. Определение зависимости производительности монокристаллической солнечной панели от угла падения лучей источника света.

1. Запишите в таблицу 13 данные, полученные в Лабораторной работе 2 (задание 1) при оптимальном угле расположения модуля к источнику света – 90° .
2. Установите угол наклона опорной рамы для солнечной панели под углом 105° . Поместите монокристаллическую панель на вертикальную опору. Подключите панель к разъёму на боковой стороне стенда, закрутите фиксирующую гайку по часовой стрелке до упора.
3. Подключите блок управления стенда к ПК через USB-кабель. Включите стенд, переведя тумблер на боковой панели в положение «1» и откалибровав дисплей.
4. Установите максимальную интенсивность освещения солнечной панели, повернув диммер через щелчок по часовой стрелке до упора.
5. Измерьте с помощью пирометра температуру поверхности панели.
6. Постройте графики зависимостей параметров, нажав на кнопку «Снять характеристики» и «Отобразить на ПК».
7. По точкам, зафиксированным в окне программы «PuTTY», зарисуйте полученные графики. Для работы Вы можете воспользоваться дополнительными бланками из приложения к данному пособию.

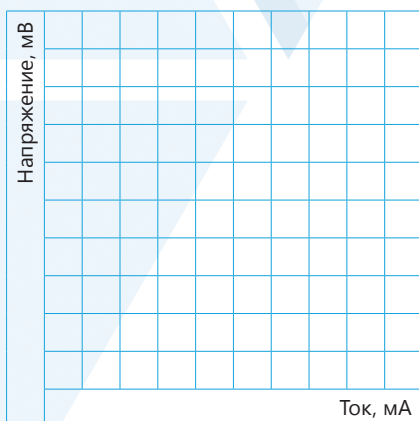


График 3. Вольт-амперная характеристика

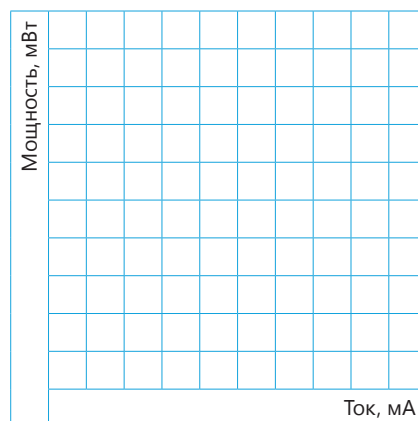


График 4. Ватт-амперная характеристика

8. Определите по графикам ВАХ, ВаттАХ и выведенным на ПК данным максимальную мощность солнечной панели и соответствующие ей параметры. Полученные данные запишите в таблицу 13. Стремитесь к поддержанию одинаковой температуры при проведении экспериментов.

Таблица 13. Определение зависимости производительности монокристаллической солнечной панели от угла падения лучей источника света

Угол наклона	Расстояние до источника света L , м	Интенсивность освещения $I_{св}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели T , $^\circ\text{C}$	Напряжение $U_{тмм'}$, В	Сила тока $I_{тмм'}$, А	Производительность $P_{max'}$, Вт
90°						
105°						

Угол наклона	Расстояние до источника света L , м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели T , °C	Напряжение $U_{\text{тмм}}$, В	Сила тока $I_{\text{тмм}}$, А	Производительность P_{max} , Вт
120°						
135°						
...						

Поле для необходимых расчётов.

9. Повторите шаги эксперимента, описанные в пунктах 2–8, уменьшая угол наклона солнечной панели к горизонту, пока это имеет смысл. Данные запишите в таблицу 13. Вольт-амперные и ватт-амперные характеристики зарисуйте в тех же системах координат (график 3 и 4) разными цветами. Для работы Вы можете воспользоваться дополнительными бланками из приложения к данному пособию.

Обработка результатов измерений:

1. Как меняются выходные параметры и производительность в зависимости от изменения угла наклона монокристаллической солнечной панели?

2. Предложите своё объяснение наблюдаемому явлению.

3. Сделайте выводы.

Задание 2. Определение зависимости производительности поликристаллической солнечной панели от угла падения лучей источника света.

1. Повторите процедуру проведения эксперимента, описанного в пунктах 1–9 задания 1. В своём эксперименте используйте поликристаллическую солнечную панель. Стремитесь к поддержанию одинаковой температуры при проведении экспериментов.
2. Данные запишите в таблицу 14. Данные для угла наклона 90° Вы можете взять из Лабораторной работы 2 (задание 2). Для работы Вы можете воспользоваться дополнительными бланками из приложения к данному пособию.

Таблица 14. Определение зависимости производительности поликристаллической солнечной панели от угла освещения

Угол наклона	Расстояние до источника света L , м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели T , °C	Напряжение $U_{\text{тмм}}$, В	Сила тока $I_{\text{тмм}}$, А	Производительность P_{max} , Вт
90°						
105°						
120°						
135°						
...						

Поле для необходимых расчётов.

Обработка результатов измерений:

1. Как меняются выходные параметры и производительность в зависимости от изменения угла наклона поликристаллической солнечной панели?

2. Предложите своё объяснение наблюдаемому явлению.

3. Сделайте выводы.

Задание 3. Определение зависимости производительности аморфной солнечной панели от угла падения лучей источника света.

1. Повторите процедуру проведения эксперимента, описанного в пунктах 1–9 задания 1. В своём эксперименте используйте аморфную солнечную панель. Стремитесь к поддержанию одинаковой температуры при проведении экспериментов.
2. Данные запишите в таблицу 15. Данные для угла наклона 90° Вы можете взять из Лабораторной работы 2 (задание 3). Для работы Вы можете воспользоваться дополнительными бланками из приложения к данному пособию.

Таблица 15. Определение зависимости производительности аморфной солнечной панели от угла освещения

Угол наклона	Расстояние до источника света L , м	Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м ²	Температура поверхности панели T , °C	Напряжение $U_{\text{тмм}}$, В	Сила тока $I_{\text{тмм}}$, А	Производительность P_{max} , Вт
90°						
105°						
120°						
135°						
...						

Поле для необходимых расчётов.

Обработка результатов измерений:

1. Как меняются выходные параметры и производительность в зависимости от изменения угла наклона аморфной солнечной панели?

2. Предложите своё объяснение наблюдаемому явлению.

3. Сделайте выводы.

КЕЙСЫ

РУКОВОДСТВО ДЛЯ ПЕДАГОГА

Тема кейса	«Солнечное» электричество
Количество часов	10
Цель и задачи кейса	Цель: исследовать возможность питания различных электроприборов за счёт солнечной энергии. Задачи: 1. Познакомиться с устройством, принципом работы и характеристиками различных солнечных панелей; 2. Определить элементы «солнечной» микросети и изучить её устройство; 3. Выяснить особенности питания электроприборов; 4. Разработать методику исследования особенностей работы солнечной панели и возможности питания от неё электроприборов; 5. Исследовать работу солнечных панелей в заданных условиях.
Ресурсы и материалы	Ресурсы, которыми может пользоваться обучающийся: ◦ бланк планирования и проведения эксперимента; ◦ бланк теоретического исследования (в случае необходимости); ◦ инструкция по безопасности; ◦ инструкция по работе со стендом; ◦ материалы для педагога в объёме, определяемом преподавателем; ◦ материалы, указанные в разделе «Это может помочь Вам в решении проблемы» в руководстве для обучающегося. Материалы для педагога: ◦ Бессель В.В., Кучеров В.Г., Мингалеева Р.Д. Изучение солнечных фотоэлектрических элементов: Учебно-методическое пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. – 90 с. ◦ Попель О.С. Возобновляемая энергетика в современном мире: учебное пособие / О.С. Попель, В.Е. Фортов. – 2-е изд., стер. – М: Издательский дом МЭИ, 2018. – 450 с.: ил. ◦ Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие / Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 128 с. Оборудование: учебно-методический стенд «Солнечная энергетика», компьютеры (ноутбуки) для всех обучающихся, проектор (интерактивная доска), учебная доска (флипчарт).

Примерный вариант того, что делают участники кейса (ход работы)	1. Знакомство с описанием кейса, планирование работы; 2. Формулирование проблемы и обсуждение внутри команд; 3. Поиск и анализ информации по затронутой проблематике; 4. Планирование экспериментов, в которых обучающиеся соберут необходимые данные для решения проблемы (определить возможность питания различных электроприборов за счёт солнечной энергии); 5. Проведение запланированных экспериментов (разные команды могут пойти различными путями); 6. Обработка и оформление результатов экспериментов; 7. Формулирование выводов и подготовка к публичной защите полученных результатов; 8. Проведение публичной защиты результатов работы над кейсом. Рефлексия.
---	---

Если эксперимент или теоретическое исследование обучающихся состоит из нескольких этапов, то следует распечатать дополнительные бланки планирования и проведения эксперимента или теоретического исследования.

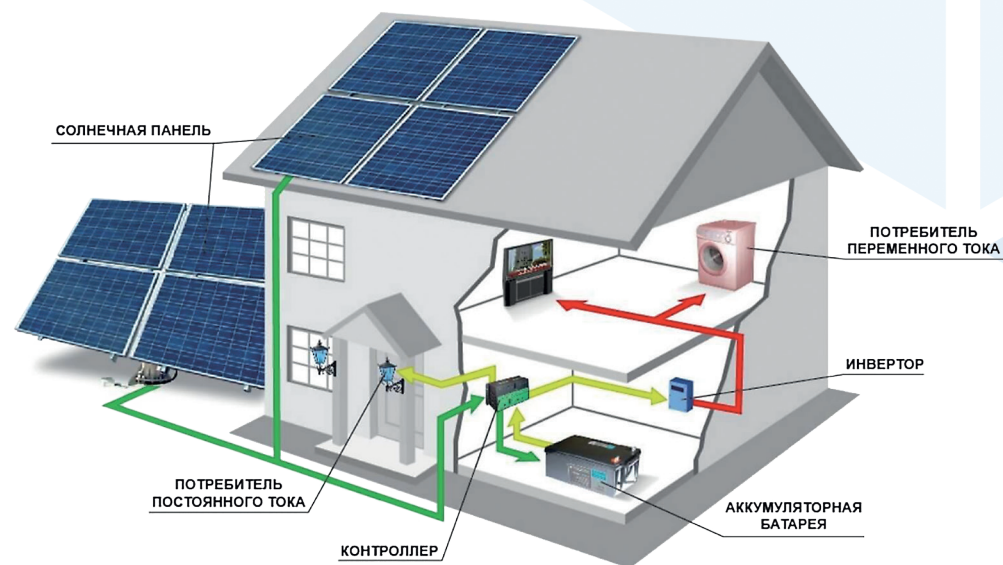
Вопросы для рефлексии:

1. В чём, по-Вашему, заключается проблема? Для кого это важно?
2. Что необходимо для того, чтобы найти варианты решения проблемы?
3. Какие у Вас план работы, роли в команде, сроки?
4. Что Вы планируете сделать за это занятие? Как будете действовать?
5. Всё ли Вы успели сделать из запланированного? Какие были трудности? Как можно исправить это в дальнейшей работе?
6. Какой план работы на следующее занятие? Что ещё Вам необходимо для этого?
7. Как Вы планируете представлять результаты работы над кейсом? Что Вам для этого нужно?

РУКОВОДСТВО ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

В наши дни всё большее внимание уделяется «чистой энергии» как на уровне государства, так и среди обычного населения. Нередко можно увидеть солнечные панели во дворе частного домовладения. Но если ранее потребители «бесплатной» солнечной энергии покрывали только свои нужды, то с внесением изменений в федеральный закон «Об электроэнергетике», такие объекты микрогенерации имеют возможность отдавать излишки электроэнергии в сеть, что, по сложившемуся мнению, будет способствовать развитию распределённой генерации в стране и работать на повышение надёжности энергосистем, позволяя сгладить пиковые нагрузки и сократить затраты на энергопотребление.

Возможность питания различных электроприборов за счёт энергии Солнца Вы сможете исследовать в данном кейсе. Вам предлагается разобраться с особенностями работы различных солнечных панелей и устройством микросети.



Цель работы: исследовать возможность питания различных электроприборов за счёт солнечной энергии.

В чём, по Вашему мнению, состоит проблема? Обсудите свои соображения с остальными участниками команды.

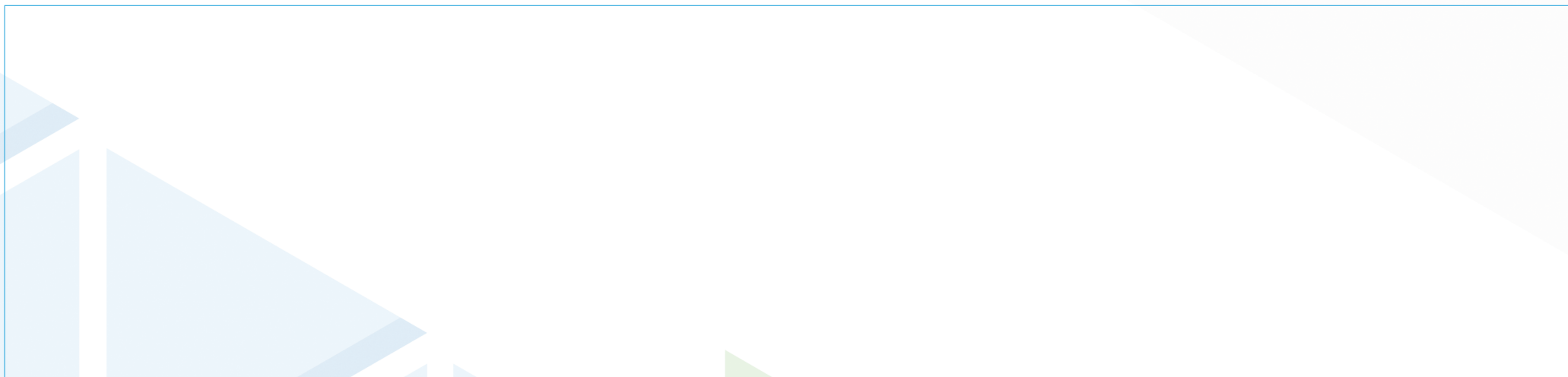
В чём заключается особенность устройства и принципа работы монокристаллических, поликристаллических и аморфных солнечных панелей? Опишите.

Определите основные элементы «солнечной» микросети и изучите принцип их работы. Какие элементы такой сети и при каких условиях являются необязательными?

Здесь Вы можете записать или зарисовать схему, символизирующую группы потребителей бытовых приборов, которые Вы выявили.

Спланируйте эксперименты для определения особенностей работы монокристаллической, поликристаллической и аморфной солнечных панелей, а также возможности питания от них электроприборов. Запишите порядок выполнения эксперимента (или его этапа), принципиальную схему зарисуйте. Будут ли отличаться Ваши эксперименты для разных солнечных модулей? Если Ваш эксперимент состоит из нескольких этапов, то для каждого из этапов используйте отдельные бланки (то есть отдельно опишите каждый этап эксперимента и зарисуйте его принципиальную схему).

Здесь Вы можете зарисовать принципиальную схему и записать порядок проведения эксперимента.



Здесь Вы можете записать полученные Вами результаты эксперимента в удобной форме.

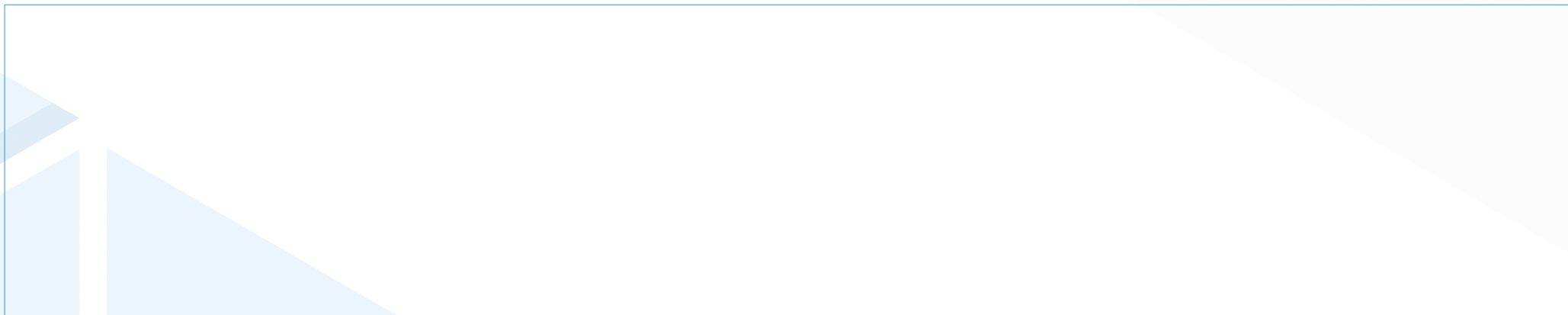


Поле для необходимых расчётов.

Какой тип солнечных панелей, по Вашему мнению, оказался наиболее эффективным? Как Вы думаете, почему?

После того как Вы экспериментальным путём установили наиболее эффективную солнечную панель, определите, какой потребитель (потребители) электроэнергии может (могут) быть к ней подключён (подключены). Каким образом Вы будете это определять?

Поле для необходимых расчётов.



Здесь Вы можете зарисовать схему питания потребителей от солнечной панели.



Что может повлиять на величину вырабатываемой энергии и как это отразится на потребителе?

Это может помочь Вам в решении проблемы:

https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_энергетика

https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_генерация

ПостНаука. Солнечная энергетика. Евгений Кац: <https://www.youtube.com/watch?v=hCqPpo1Jp2o>

Элементарно. Солнечная батарея (как устроена): <https://www.youtube.com/watch?v=6vkd8vA1uk8>

Обсуждение:

Обсудите полученные результаты работы над кейсом в команде и подготовьте выступление для их публичного представления перед остальными командами. Как соотносятся между собой результаты, полученные Вами, и результаты остальных команд?

С чем могут быть связаны различия?

Является ли предложенная Вами схема эксперимента единственной, позволяющей решить проблему? Если нет, то какие ещё могли бы быть варианты?

Насколько эффективно, на Ваш взгляд, работала Ваша команда? Ответ поясните.

Что Вам мешало в работе? Как можно было устранить помеху (решить проблему)? Почему Вы этого не сделали?

Что Вы увидели в работе других участников Вашей (или другой) команды и хотели бы использовать в дальнейшем (чему научиться)?

Был ли этот кейс для Вас полезен и интересен? Почему? Где можно применить полученные знания?

Если бы Вы были наставником команды, что бы Вы поменяли в работе над кейсом? Почему?

** Для более глубокого изучения данной темы Вы можете оценить возможность полного или частичного энергоснабжения частного домовладения или Вашего образовательного учреждения за счёт солнечной энергии, предварительно определив потребляемую мощность электроприборов; рассчитать покрытие затрат на электроэнергию в месяц и срок окупаемости солнечной микросети. В своей работе используйте дополнительные бланки из приложения к пособию.*



ДЛЯ ЗАМЕТОК

КЕЙС №2 «ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ МОЩНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ ОТ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ НА НАШЕЙ ПЛАНЕТЕ И ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ»

РУКОВОДСТВО ДЛЯ ПЕДАГОГА

Тема кейса	Оценка зависимости мощности солнечной панели от местоположения на нашей планете и от погодных условий
Количество часов	12
Цель и задачи кейса	Цель: исследовать влияние внешних условий на особенность работы солнечных панелей. Задачи: 1. Познакомиться с устройством, принципом работы и особенностями различных солнечных панелей; 2. Изучить условия возможности работы солнечной электростанции в Вашем регионе: географическая широта, величина солнечной инсоляции, количество солнечных дней в году и так далее; 3. Определить эффективность монокристаллической, поликристаллической и аморфной солнечных панелей; 4. Разработать методику исследования и определить критерии зависимости мощности солнечных модулей от местоположения, времени года и погодных условий; 5. Исследовать работу наиболее эффективных солнечных панелей в условиях, применительных к Вашему региону.
Ресурсы и материалы	Ресурсы, которыми может пользоваться обучающийся: ◦ бланк планирования и проведения эксперимента; ◦ бланк теоретического исследования (в случае необходимости); ◦ инструкция по безопасности; ◦ инструкция по работе со стендом; ◦ материалы для педагога в объёме, определяемом преподавателем; ◦ материалы, указанные в разделе «Это может помочь Вам в решении проблемы» в руководстве для обучающегося.
	Материалы для педагога: ◦ Бессель В.В., Кучеров В.Г., Мингалеева Р.Д. Изучение солнечных фотоэлектрических элементов: Учебно-методическое пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. – 90 с. ◦ Попель О.С. Возобновляемая энергетика в современном мире: учебное пособие / О.С. Попель, В.Е. Фортов. – 2-е изд., стер. – М: Издательский дом МЭИ, 2018. – 450 с.: ил. ◦ Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие / Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 128 с.
	Оборудование: учебно-методический стенд «Солнечная энергетика», компьютеры (ноутбуки) для всех обучающихся, проектор (интерактивная доска), учебная доска (флипчарт).

Примерный вариант того, что делают участники кейса (ход работы)	1. Знакомство с описанием задачи, планирование работы; 2. Формулирование проблемы и обсуждение внутри команд; 3. Поиск и анализ информации по затронутой проблематике; 4. Планирование экспериментов, в которых обучающиеся соберут необходимые данные для решения проблемы № 1 (определить эффективность различных солнечных панелей); 5. Проведение запланированных экспериментов (разные команды могут пойти различными путями); 6. Обработка и оформление результатов экспериментов; 7. Выявление критериев зависимости мощности солнечных панелей от местоположения, времени года и погодных условий; разработка методики исследования этих критериев; 8. Планирование экспериментов, в которых обучающиеся соберут необходимые данные для решения проблемы № 2 (выявить особенности работы наиболее эффективных солнечных панелей в условиях, применительных к региону); 9. Проведение запланированных экспериментов (разные команды могут пойти различными путями); 10. Обработка и оформление результатов экспериментов; 11. Формулирование выводов и подготовка к публичной защите полученных результатов; 12. Проведение публичной защиты результатов работы над кейсом. Рефлексия.
---	--

Имитировать месторасположение солнечных панелей или время года/суток возможно путём изменения угла наклона и расстояния до источника света («уровень солнечной инсоляции»); искусственно создавая облачность или туманность (частично или полностью прикрывая модули простым листом бумаги или тонкой полупрозрачной тканью (в состав набора не входят)), снижая или увеличивая яркость свечения прожектора от 5 % до 100 %, охлаждая панели вентилятором (в набор не входит) или давая им нагреться от источника света.

Если эксперимент или теоретическое исследование обучающихся состоит из нескольких этапов, то следует распечатать дополнительные бланки планирования и проведения эксперимента или теоретического исследования.

Вопросы для рефлексии:

1. В чем, по-Вашему, заключается проблема? Для кого это важно?
2. Что необходимо для того, чтобы найти варианты решения проблемы?
3. Какие у Вас план работы, роли в команде, сроки?
4. Что Вы планируете сделать за это занятие? Как будете действовать?
5. Всё ли Вы успели сделать из запланированного? Какие были трудности? Как можно исправить это в дальнейшей работе?
6. Какой план работы на следующее занятие? Что ещё Вам необходимо для этого?
7. Как Вы планируете представлять результаты работы над кейсом? Что Вам для этого нужно?

РУКОВОДСТВО ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

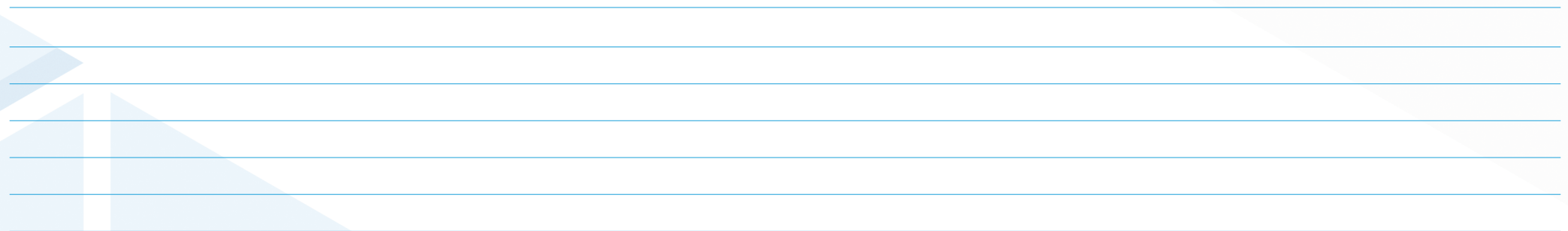
С развитием промышленности, технологий и с ростом уровня жизни населения возрастает потребление электроэнергии во всём мире, а, следовательно, и затраты углеводородного топлива, запасы которого необратимо иссякают. В этой связи всё больший интерес общество проявляет к «зелёной энергии», одной из составляющих которой является солнечная. Казалось бы, этот безграничный ресурс возможно использовать повсеместно, ведь солнце светит везде. Так почему же не все регионы нашей необъятной Родины генерируют «солнечное электричество»? Если всё зависит от климатического пояса или географического положения, то почему крупнейшие солнечные электростанции располагаются не только на Юге страны, но и в Приуралье или даже на Дальнем Востоке?

Особенности работы солнечных панелей в зависимости от географического положения, погодных условий или времени суток Вы сможете исследовать в данном кейсе. Вам предлагается разобраться, насколько выгодно использование «солнечного освещения» в Вашем регионе; возможно ли круглогодичное использование солнечных панелей или только сезонное? А может, их применение неэффективно?



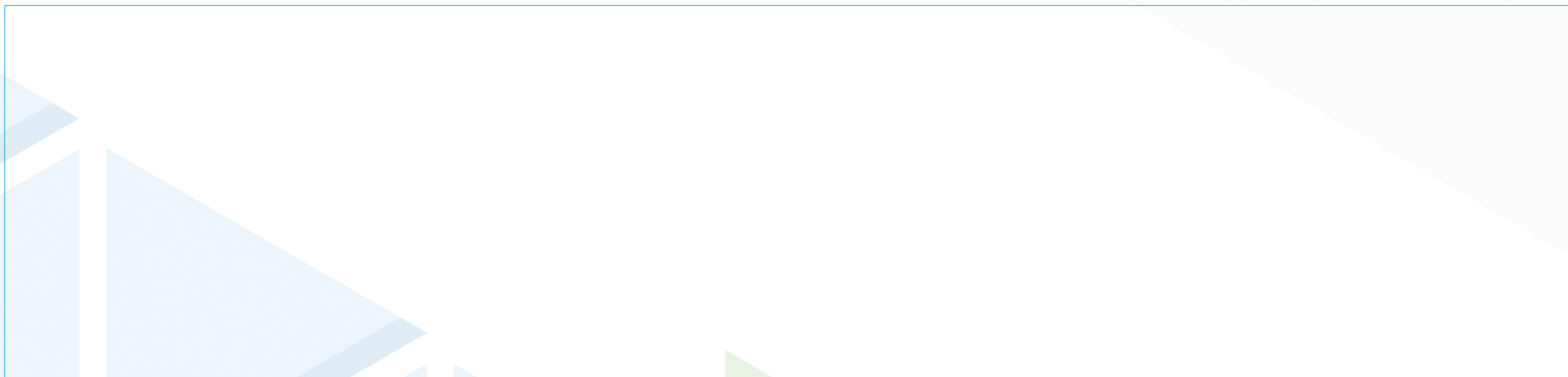
Цель работы: исследовать влияние внешних условий на особенность работы солнечных панелей.

В чём, по Вашему мнению, состоит проблема? Обсудите свои соображения с остальными участниками команды.



В чём заключается особенность устройства и принципа работы монокристаллических, поликристаллических и аморфных солнечных панелей? Опишите.

Здесь Вы можете зарисовать принципиальную схему и записать порядок проведения эксперимента.



Здесь Вы можете записать полученные Вами результаты эксперимента в удобной форме.

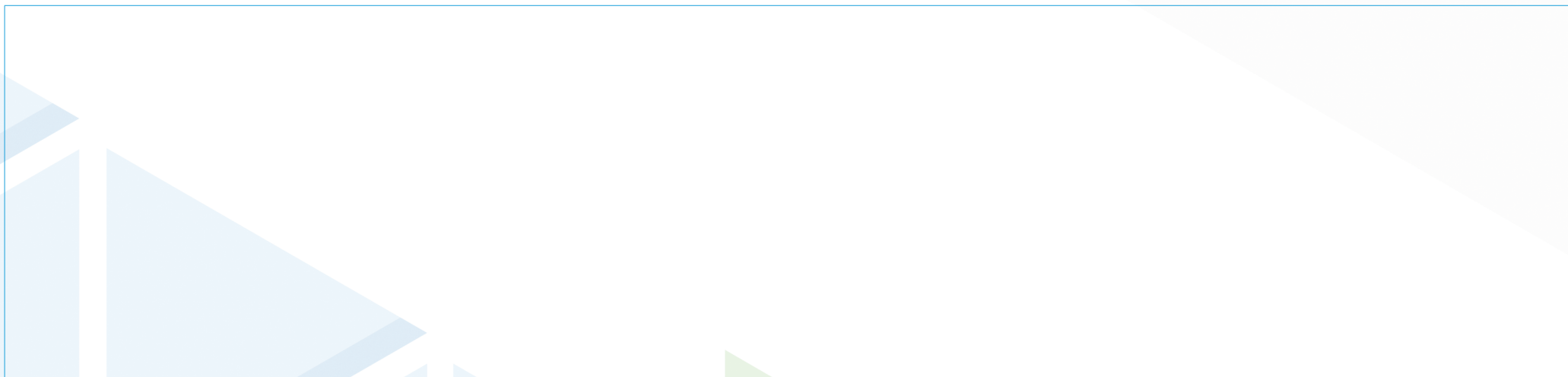


Поле для необходимых расчётов.

Какой тип солнечных панелей, по Вашему мнению, оказался наиболее эффективным? Как Вы думаете, почему?

Выявите критерии зависимости мощности наиболее эффективных, по Вашему мнению, солнечных панелей от местоположения, времени года и погодных условий (применительных к Вашему региону); разработайте методику исследования этих критериев и спланируйте эксперимент.

Здесь Вы можете зарисовать принципиальную схему и записать порядок проведения эксперимента.



Здесь Вы можете записать полученные Вами результаты эксперимента в удобной форме.



Поле для необходимых расчётов.



Это может помочь Вам в решении проблемы:

https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_энергетика

https://ru.wikipedia.org/wiki/Солнечная_генерация

ПостНаука. Солнечная энергетика. Евгений Кац: <https://www.youtube.com/watch?v=hCqPpo1Jp2o>

Элементарно. Солнечная батарея (как устроена): <https://www.youtube.com/watch?v=6vkd8vA1uk8>

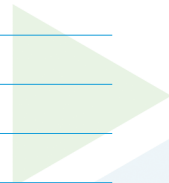
Обсуждение:

Обсудите полученные результаты работы над кейсом в команде и подготовьте выступление для их публичного представления перед остальными командами.

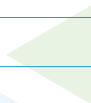
Зависит ли выходная мощность солнечной панели от географического положения, времени года, погодных условий и времени суток? Каким образом?

Возможно ли круглогодичное использование солнечных панелей в Вашем регионе или только сезонное? Как Вы думаете, почему?

Как соотносятся между собой результаты, полученные Вами, и результаты остальных команд?



С чем могут быть связаны различия?



Является ли предложенная Вами схема эксперимента единственной, позволяющей решить проблему? Если нет, то какие ещё могли бы быть варианты?

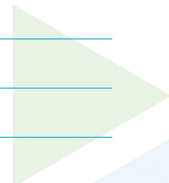
В чём заключаются отличия Вашего эксперимента от проводившегося ранее по определению КПД солнечных панелей?

Насколько эффективно, на Ваш взгляд, работала Ваша команда? Ответ поясните.

Что Вам мешало в работе? Как можно было устранить помеху (решить проблему)? Почему Вы этого не сделали?

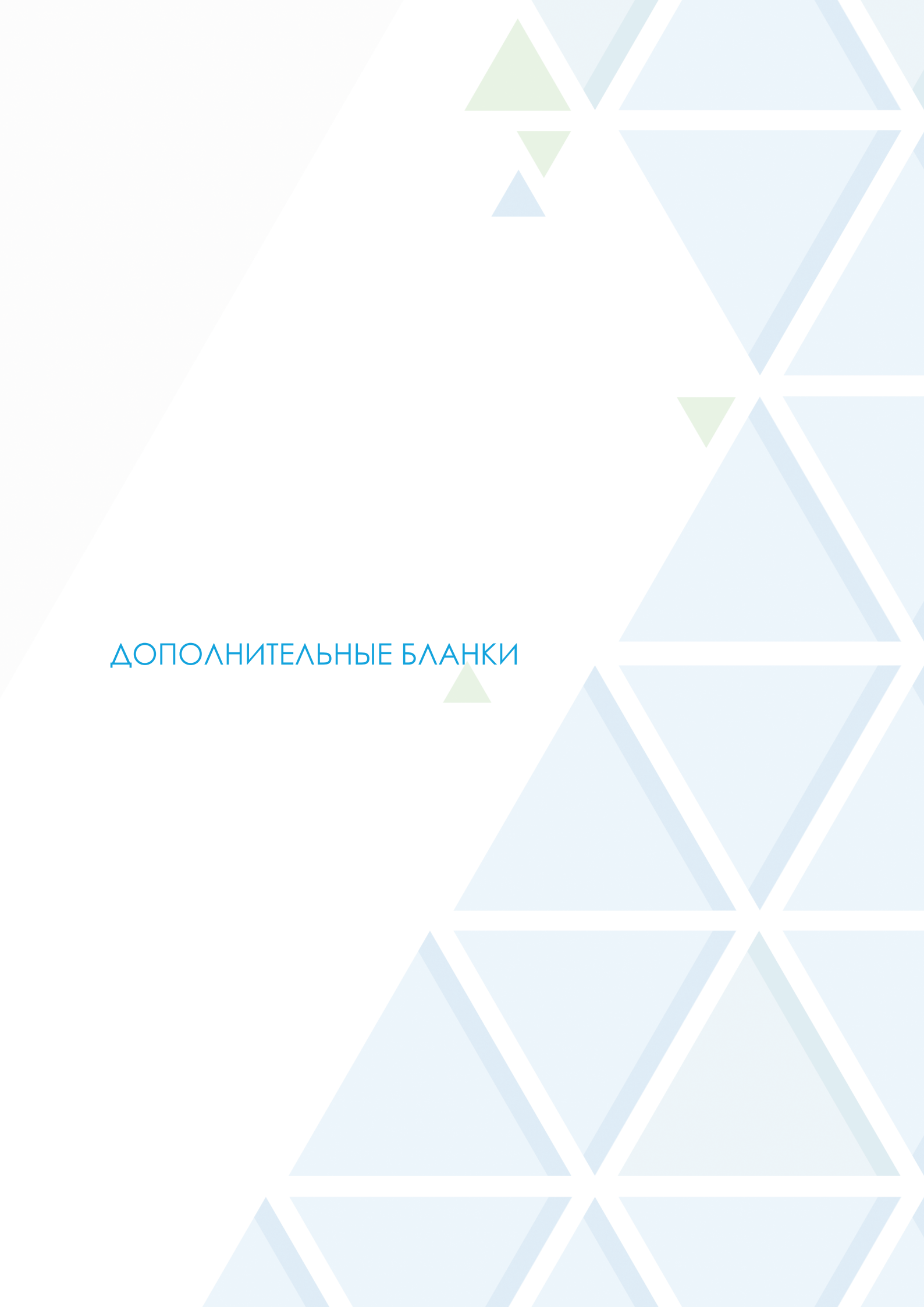
Что Вы увидели в работе других участников Вашей (или другой) команды и хотели бы использовать в дальнейшем (чему научиться)?

Был ли этот кейс для Вас полезен и интересен? Почему? Где можно применить полученные знания?



Если бы Вы были наставником команды, что бы Вы поменяли в работе над кейсом? Почему?

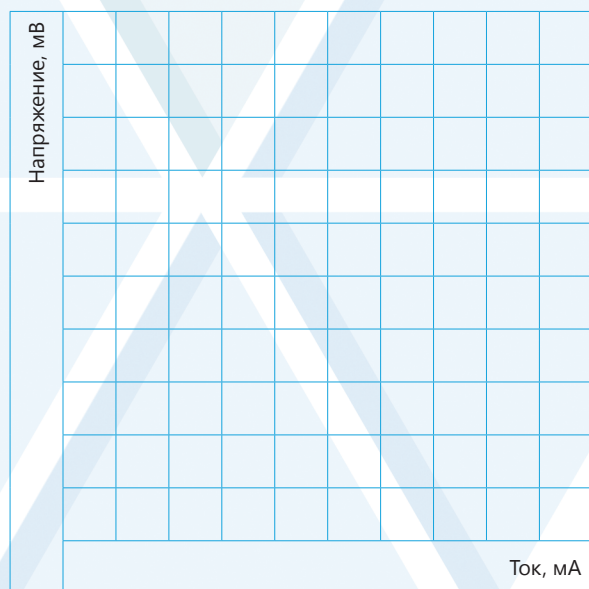




ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ БЛАНКИ

Бланк оформления результатов эксперимента лабораторной работы № 2

График 1. Вольт-амперная характеристика _____ солнечной панели



Угол наклона _____

Расстояние до источника света L , м _____

Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м² _____

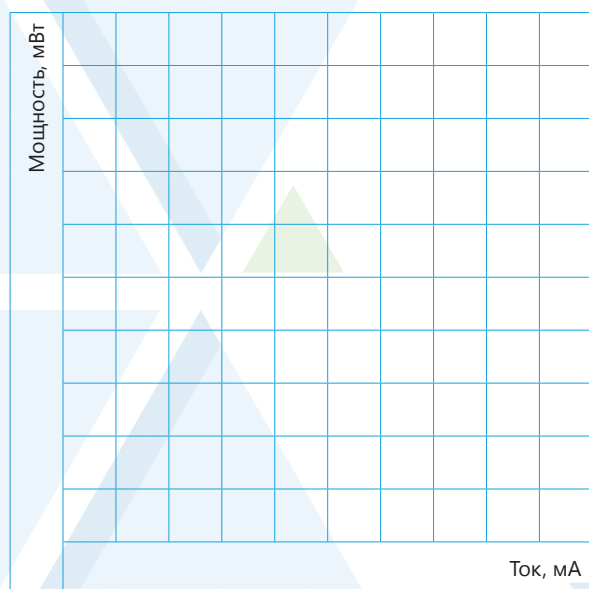
Температура поверхности панели, °C _____

Напряжение $U_{\text{тмм'}}$, В _____

Сила тока $I_{\text{тмм'}}$, А _____

Максимальная мощность $P_{\text{max'}}$, Вт _____

График 2. Ватт-амперная характеристика _____ солнечной панели



Угол наклона _____

Расстояние до источника света L , м _____

Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м² _____

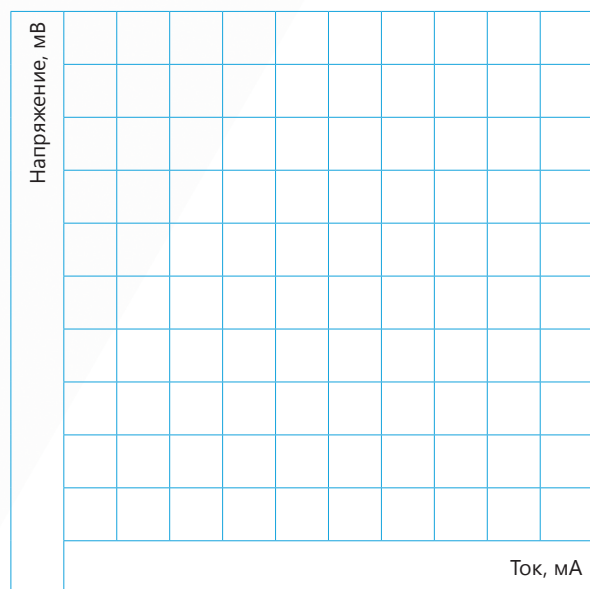
Температура поверхности панели, °C _____

Напряжение $U_{\text{тмм'}}$, В _____

Сила тока $I_{\text{тмм'}}$, А _____

Максимальная мощность $P_{\text{max'}}$, Вт _____

График 3. Вольт-амперная характеристика _____ солнечной панели



Расстояние до источника света L , м _____

Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м² _____

Температура поверхности панели, °C _____

Напряжение $U_{\text{тмм'}}$, В _____

Сила тока $I_{\text{тмм'}}$, А _____

Максимальная мощность $P_{\text{max'}}$, Вт _____

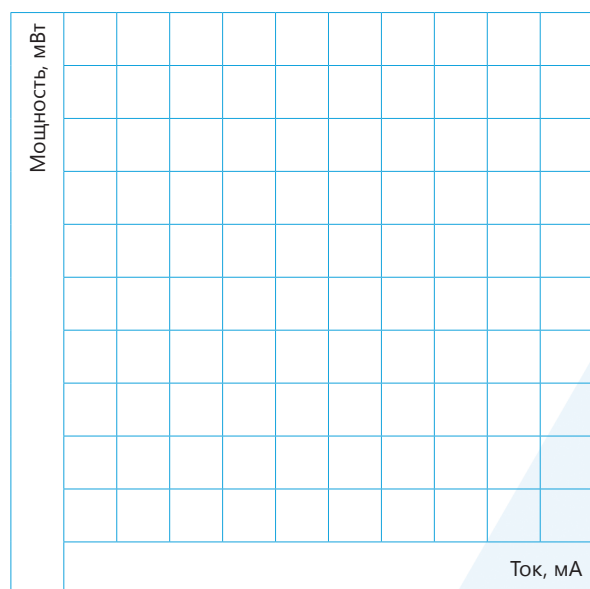
Угол наклона _____ цвет _____

Угол наклона _____ цвет _____

Угол наклона _____ цвет _____

Угол наклона _____ цвет _____

График 4. Ватт-амперная характеристика _____ солнечной панели



Расстояние до источника света L , м _____

Интенсивность освещения $I_{\text{св}}$, Вт/м² _____

Температура поверхности панели, °C _____

Напряжение $U_{\text{тмм'}}$, В _____

Сила тока $I_{\text{тмм'}}$, А _____

Максимальная мощность $P_{\text{max'}}$, Вт _____

Угол наклона _____ цвет _____

Угол наклона _____ цвет _____

Угол наклона _____ цвет _____

Угол наклона _____ цвет _____

Опишите, в чём заключается особенность устройства и принципа работы монокристаллических, поликристаллических и аморфных солнечных панелей.

Здесь Вы может зарисовать их внешний вид или устройство.



Бланк теоретического исследования. Страница 2/3

Выявите критерии зависимости мощности солнечных панелей от местоположения, времени года и погодных условий. Предположите характер влияния внешних условий на особенность работы солнечных панелей.

Здесь Вы может зарисовать порядок проведения эксперимента.



Бланк теоретического исследования. Страница 3/3

Рассчитайте суммарную потребляемую мощность бытовых приборов частного домовладения или определите затраты электроэнергии Вашего образовательного учреждения.

Здесь Вы можете оформлять результаты исследования или проводить необходимые расчёты в удобной для Вас форме.

Бланк планирования и проведения эксперимента. Страница 1/2

Как Вы будете проводить свой эксперимент, в котором соберёте данные, необходимые для решения проблемы? Если Ваш эксперимент состоит из нескольких этапов, то для каждого из этапов используйте отдельные бланки (то есть отдельно опишите каждый этап эксперимента и зарисуйте его принципиальную схему).

Зарисуйте принципиальную схему проведения Вашего эксперимента.

Бланк планирования и проведения эксперимента. Страница 2/2

Здесь Вы можете записать полученные Вами результаты эксперимента в удобной форме.

Поле для необходимых расчётов.



ДЛЯ ЗАМЕТОК

Мы будем благодарны Вам, если Вы поможете нам сделать данное методическое пособие лучше.
Свои замечания, предложения, идеи для лабораторных работ и кейсов
можете отправлять на адрес info@inenergy.education.



ООО «ИНЭНЕРДЖИ»

115201, Москва,
2-ой Котляковский пер., 18

Тел.: +7 (495) 181 96 96

info@inenergy.education
www.inenergy.education