



ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
Группа РОСНАНО



Олимпиада НТИ
Кружкового движения



Практическая работа по профилю “Наносистемы и наноинженерия”

Название практической работы: «Определение характеристик и сравнение разных типов солнечных батарей»

- ФИО и контакты разработчиков для связи:
Котин Павел Александрович (kotin-pa@mail.ru)
- Длительность мероприятия: 3 часа
- Количество команд/количество участников в команде: до 5-6 / 3
- Количество участников: до 20
- Требования к помещению: наличие рабочего места для каждой команды (не менее 1 стола), на 1 команду – не менее 5 м² площади помещения.

Программа практической работы (примерная)

Время	Что происходит
10.00 - 10.30	Регистрация Участников
10.30 - 11.15	Приветствие организаторов, ознакомление с целью текущего мероприятия. Рассказ об олимпиаде НТИ и особенностях командного этапа. Брифинг (объяснение заданий, инструктаж по технике безопасности)
11.15-12.00	Теория по солнечным элементам: принцип устройства, основные различия элементов разных типов, устройство приборов измерения, принципы измерения и обработки результатов

12.00-12.30	Раздача базового комплекта инструментов и материалов, выполнение совместной с ведущим работы
12.30-14.15	Самостоятельная работа команд
15.00 - 15.30	Подведение итогов работы команд

Проведение основной части практической работы:

Цель проведения практической работы: для установления эффективности и параметров солнечных элементов на финале профиля будут использоваться цифровые мультиметры. Практическая проводится для снижения времени адаптации участников к методике измерения непосредственно на финале.

Требования к участникам на входе:

Знать:

- физическую природу полупроводников, базовые принципы строения солнечных элементов;
- базовые принципы изменения электрических параметров объекта (напряжение, сила тока, сопротивление, закон Ома)
- природа света, строение вещества, строение атома.

Специальные умения не требуются.

Образовательные результаты

Практическая работа направлена на развитие следующих навыков и знаний у участников:

- Использование цифрового мультиметра в различных режимах
- Измерение параметров солнечных элементов мультиметром
- Аккуратное обращение с хрупкими солнечными элементами
- Знание основных принципов устройства солнечных элементов, отличие различных типов друг от друга

- Понимание температурных закономерностей работы солнечных элементов

Описание практической работы (Что делают участники)

Участники готовят к работе измерительный стенд:

Источник света, крепление для солнечного элемента (мобильное, с возможностью изменять расстояние до источника света), мультиметр.

Участникам нужно проверить так же наличие контактного термометра. Креплением для солнечного элемента может выступать держатель-лапка на лабораторном штативе.

Проведение расчетов:

КПД (η) солнечного элемента будем считать как отношение мощности вырабатываемой солнечным элементом к мощности ($P_{эл}$) светового излучения, падающего на его поверхность при стандартной плотности солнечной радиации 1 кВт/м^2 ($P_{из}$).

$$\eta = P_{эл} / P_{из}$$

$P_{из}$ рассчитывается как произведение площади фотоэлемента и интенсивности излучения от источника освещения $I_{св}$.

$$P_{из} = S \cdot I_{св}$$

Интенсивность излучения от источника освещения с диодной лампой, рекомендуемой для практической работы, 100 Вт/м^2

Расчет площади фотоэлементов и светового излучения, падающего на поверхность имеющихся фотоэлементов:

Тип	Длина, м	Ширина, м	Площадь, м^2	$P_{из}, \text{Вт}$
Аморфный				

Монокристаллический				
Поликристаллический				

Мощность считается как произведение напряжения и силы тока в данном положении фотоэлемента:

$$P_{эл} = U_i * I_i$$

Проведение измерений:

Участнику необходимо по очереди установить солнечные элементы различных типов в установку для измерения и провести замеры следующих параметров:

1. Напряжение (U)
2. Сила тока (I)
3. Температура поверхности фотоэлемента (T)

Участники должны на свое усмотрение выбрать расстояние до источника света (несколько точек). В каждой точке различной удаленности от источника света нужно провести не менее 3х измерений с интервалом в 3-5 минут. Результаты записать в таблицы:

Аморфный фотоэлемент

Номер измерения	Расстояние до источника света, м	Температура	Напряжение (U), В	Сила тока (I), А	η, %
1.					
2.					
3.					
4.					

5.					
6.					
7.					
8.					
9.					

Монокристаллический фотоэлемент

Номер измерения	Расстояние до источника света, м	Температура	Напряжение (U), В	Сила тока (I), А	η , %
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					

Поликристаллический фотоэлемент

Номер измерения	Расстояние до источника света, м	Температура	Напряжение (U), В	Сила тока (I), А	η , %
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					

Вопросы для участников:

Изменились ли значения выходных параметров и КПД солнечных элементов с ростом температуры? Каким образом? Зависит ли это каким-то образом от типа фотоэлемента?

Предположите возможное объяснение этому явлению?

Зависят ли параметры ячеек от расстояния до источника света? Каким образом?

Список необходимого оборудования:

1. Штатив лабораторный с двумя креплениями типа «лапка»
 2. Источник света – диодный прожектор, световой поток 1500 люмен.
(Например, такой: <https://www.chipdip.ru/product/apeyron-electrics-05-19>)
 3. Мультиметр цифровой, универсальный
 4. Щупы для мультиметра с адаптерами типа «крокодил»
 5. Солнечные элементы трех типов с выведенными контактами для подключения к мультиметру (может быть необходимость выводить контакты самостоятельно).
- Пример аморфного фотоэлемента:
<https://www.chipdip.ru/product1/8002598970>
 - Пример монокристаллического фотоэлемента:
<https://solnechniisvet.ru/p205990604-monokristallicheskij-solnechnyj-element.html>
 - Пример поликристаллического фотоэлемента:
<https://solnechniisvet.ru/p142317324-polikristallicheskij-solnechnyj-element.html>
6. Линейка (20 см)
 7. Контактный термометр (до 200 градусов)
 8. Зажим для бумаг, 19 мм, 10 шт

Что ведущий должен упомянуть/объяснить во вступительном слове?

Рассказать про Олимпиаду КД НТИ, про профиль «Наносистемы и нанотехнологии», а именно про цели, направления, темы и задачи. Упомянуть разработчиков профиля: ФИОП Роснано, ООО «СТЕМ-игры», а также площадки проведения и разработки: РТУ МИРЭА, НГУ, КФУ, Школа «Летово», СКФУ.

Что про задачу должен объяснить наставник/ведущий?

Ведущий должен рассказать участникам общие принципы работы и устройства солнечных элементов (для этого можно воспользоваться материалами, выложенными на [странице профиля](#) на сайте Олимпиады).

Обязательно необходимо напомнить, что такое напряжение, сила тока, повторить закон Ома.

Ведущий должен рассказать участникам основные принципы работы полупроводников, чтобы участники смогли самостоятельно сделать вывод о влиянии температуры на эффективность фотоэлементов.

Полезно напомнить участникам об основах статистики и необходимости сделать несколько изменений, чтобы получить корректные данные.

Критерий окончания работы:

Участники сделали все измерения и высказали предположения о своих выводах

Комментарии/подсказки/методические указания для участников во время практической работы: на усмотрение проводящих.

Подведение итогов:

Механизм подсчёта баллов и определения победителей:

победителей нет, работа считается успешно выполненной, если участники подошли к верным выводам

Что необходимо обсудить по итогам проведения мероприятия (рефлексия)?

Обсудить точность методики и причины отклонения от истинного результата