

# Солнечная фотовольтаика

## Лекторы:

Ирина Панайотти  
Евгений Теруков



## Язык:

Русский

## Трудоемкость:

3 з.е.

## Форма контроля:

Экзамен

## Образовательная программа:

Фотоника и спинтроника

3 семестр

## Пререквизиты:

Оптика твёрдого тела

Полупроводниковые приборы

Физика полупроводниковых

наноструктур

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
36		
*1 академический час = 45 минутам		

Программа дисциплины охватывает вопросы физики и технологии полупроводниковых фотоэлектрических преобразователей, изучает особенности функционирования различных их типов: кремниевых, тонкопленочных многокомпонентных, многопереходных неорганических и органических. Особое внимание уделено технологии изготовления различных солнечных элементов и анализу факторов, влияющих на эффективность преобразования солнечной энергии. В ходе обучения студенты приобретают навыки расчета рабочих характеристик и построения теоретических моделей фотоэлектрических процессов в современных солнечных элементах. Дисциплина знакомит с актуальными проблемами и новейшими разработками в области солнечной фотовольтаики, закладывает необходимые навыки для создания новых фотоэлектрических преобразователей.

## Содержание курса

### 3 семестр

#### Солнечная фотовольтаика

##### Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)
1. Возобновляемая энергетика. Основные элементы фотовольтаических систем. Принцип действия солнечных элементов и их классификация.	2
2. Физика процессов фотоэлектрического преобразования в полупроводниковых солнечных элементах. Солнечные элементы на рп-переходах. Полупроводниковые структуры и конструкции.	2
3. Основные параметры солнечного элемента. Эффективность фотоэлектрического преобразования и факторы ее определяющие	2
4. Идеальная эффективность фотоэлектрического преобразования.	2
5. Спектральный отклик и фототок. Экспериментальные характеристики и методы расчета.	2
6. Эквивалентная схема реальных солнечных элементов. Варианты соединения отдельных солнечных элементов. Методы расчета рабочих характеристик. Солнечные батареи.	2
7. Влияние температуры и радиации на параметры фотоэлектрических преобразователей. Особенности эксплуатации солнечных элементов в условиях космоса.	2
8. Методы расчета процессов фотоэлектрического преобразования в солнечных элементах на основе диодных структур.	2
9. Строение и свойства аморфных полупроводников. Тетраидрические аморфные полупроводники. Халькогенные полупроводники. Аморфный гидрогенизированный кремний. Механизмы переноса заряда в аморфных полупроводниках.	2
10. Технология формирования тонких пленок неупорядоченных полупроводников в структурах солнечных элементов.	2
11. Свойства микрокристаллического кремния. Технология формирования слоев микрокристаллического кремния в структурах солнечных элементов.	2
12. Тонкопленочные гетеропереходные солнечные элементы на основе монокристаллического кремния: технологические этапы изготовления, рабочие характеристики, способы повышения эффективности и стабильности параметров.	2
13. Методы расчета вольт-амперных характеристик и эффективности тонкопленочных гетеропереходных солнечных элементов на основе монокристаллического кремния	2
14. Методы диагностики материалов и структур тонкопленочной солнечной фотовольтаики.	2
15. Солнечные элементы на основе полупроводниковых соединений АЗВ5 и многокомпонентных полупроводниковых соединений.	2
16. Многопереходные (каскадные)солнечные элементы. Органические солнечные элементы.	2
17. Концентраторы солнечного излучения для современных фотоэлектрических преобразователей.	2
18. Актуальные проблемы и новейшие разработки в области солнечной фотовольтаики. Перспективы развития тонкопленочных технологий.	2

##### Рекомендуемые ресурсы

1. Де Роза А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: Учебн. пособие / Пер. с англ. Долгопрудный: Изд.дом «Интеллект»: М.; Изд. Дом МЭИ, 2011. 704 с.
2. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния/ В.П. Афанасьев, Е.И. Теруков, А.А. Шерченков - СПб, Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. -167 с.

## Политика оценивания

### Оценочные средства дисциплины: тестирование, устный экзамен.

Максимальное число баллов за тестирование - 50

Максимальное количество баллов за финальный устный экзамен - 50

Максимальное число баллов за курс - 100:

Чтобы получить оценку “3” необходимо набрать минимум 40 баллов

Чтобы получить оценку “4” необходимо набрать минимум 70 баллов

Чтобы получить оценку “5” необходимо набрать минимум 85 баллов

## Тип самостоятельных заданий

Примеры тестовых вопросов:

1. Получить выражение для фото ЭДС солнечного элемента в условиях максимума выходной мощности. В расчетах использовать модель солнечного элемента с одним идеальным рп-переходом.
2. Найти плотность тока, протекающего через солнечный элемент с одним идеальным рп-переходом при максимальной мощности фотоэлектрического преобразования.
3. Для солнечного элемента с одним идеальным рп-переходом определить величину максимальной энергии, выделяемой в нагрузке, при поглощении одного фотона в условиях оптимального согласования с внешней цепью.
4. Получить распределение избыточных носителей заряда в подложке освещенного солнечного элемента, имеющего р +pp+ полупроводниковую структуру. В расчетах использовать приближение постоянной скорости фотогенерации электронно-дырочных пар, не зависящей от расстояния от поверхности полупроводника. Считать р +n - и pp+ - переходы идеальными инжекторами носителей заряда. Рассмотреть только случай низкого уровня инжекции.
5. Построить зонную диаграмму освещенного солнечного элемента, имеющего р+pp+полупроводниковую структуру. Все слои солнечного элемента имеют одинаковые толщины запрещенных зон.
6. Построить зонную диаграмму неосвещенного солнечного элемента, имеющего р+pp+ полупроводниковую структуру. Считать, что ширины запрещенных зон р+- и n+ - слоев равны между собой, но больше ширины запрещенной зоны n- слоя.