


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:  
Декан физико-математического  
факультета  
 Н.Б. Федорова  
«30» августа 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Солнечная энергетика**

Уровень основной профессиональной образовательной программы  
**бакалавриат**

Направление подготовки **27.03.05 Инноватика**

Направленность (профиль) подготовки **Управление инновационной  
деятельностью**

Форма обучения **заочная**

Сроки освоения ОПОП **нормативный срок освоения 4,5 года**

Факультет (институт) **физико-математический**

Кафедра **общей и теоретической физики и МПФ**

Рязань, 2018

## **ВВОДНАЯ ЧАСТЬ**

### **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения учебной дисциплины **Солнечная энергетика** является формирование у бакалавров представлений о принципах действия фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, технологиях их изготовления, современных полупроводниковых структурах, предназначенных для реализации солнечных элементов, методах исследования фотоэлектрических преобразователей, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА**

**2.1.** Учебная дисциплина **Солнечная энергетика** относится к Блоку 1, циклу **Б.1.В.ДВ.14,2** Дисциплины по выбору (вариативная часть).

**2.2.** Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Физика;

Математика

Химия и материаловедение;

Электротехника и электроника;

Промышленные технологии и инновации.

**2.3.** Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Микро- и наноэлектроника и инновации;

Современные технологии электроники и инновации;

Государственный экзамен.

## 2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине , соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных- (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК-4	Способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения	Основные принципы организации процессов проектирования, исследования и производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.	Корректно обосновать выбор технических средств для реализации процессов проектирования, исследования и производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии с учетом требований экологии.	Навыками разработки технологических процессов производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии с учетом требований экологии.
2.	ОПК-5	Способностью использовать правила техники безопасности производственной санитарии пожарной безопасности и нормы охраны труда	Основные правила производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда при производстве и исследовании фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.	Составлять инструкции по обеспечению безопасности разрабатываемых технологических процессов.	Навыками применения правил производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности при разработке технологических процессов.
3.	ПК-7	способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и	Основные принципы сбора и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки	Проводить корректный анализ информации для обеспечения разработки технологических процессов	Навыками применения методов поиска и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения

		формированию ресурсов	процессов изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.	изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.	процессов изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.
--	--	-----------------------	---	---	---

## 2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ <b>Солнечная энергетика</b>					
Цель дисциплины		Целью освоения учебной дисциплины <b>Солнечная энергетика</b> является формирование у бакалавров представлений о принципах действия фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, технологиях их изготовления, современных полупроводниковых структурах, предназначенных для реализации солнечных элементов, методах исследования фотоэлектрических преобразователей, а также компетенций, предусмотренных образовательным стандартом, и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.			
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-4	Способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических	<b>Знать:</b> основные принципы организации процессов проектирования, исследования и производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии. <b>Уметь:</b> корректно обосновать выбор технических средств для	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	<b>Пороговый:</b> Знает основные принципы организации процессов проектирования, исследования и производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии. Способен анализировать степень

	последствий их применения	реализации процессов проектирования, исследования и производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии с учетом требований экологии. <b>Владеть:</b> Навыками разработки технологических процессов производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии с учетом требований экологии.			экологичности технологических процессов. <b>Повышенный:</b> Владеет навыками разработки технологических процессов производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии с учетом требований экологии.
ОПК-5	Способностью использовать правила техники безопасности производственной санитарии пожарной безопасности и нормы охраны труда	<b>Знать:</b> основные правила производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда при производстве и исследовании фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии. <b>Уметь:</b> составлять инструкции по обеспечению	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	<b>Пороговый:</b> Знает основные правила производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда. <b>Повышенный:</b> Владеет навыками применения правил производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной

		безопасности разрабатываемых технологических процессов <b>Владеть:</b> навыками применения правил производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности при разработке технологических процессов.			безопасности при разработке технологических процессов.
Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-7	способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов	<b>Знать:</b> основные принципы сбора и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки процессов изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии. <b>Уметь:</b> проводить корректный анализ информации для обеспечения разработки	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита лабораторных работ, зачет.	<b>Пороговый:</b> Знает основные принципы сбора и анализа научно- технической и нормативной информации для обеспечения разработки процессов изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии. Способен анализировать степень

		<p>технологических процессов изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения методов поиска и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения процессов изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.</p>			<p>достоверности информации.</p> <p><b>Повышенный:</b> Владеет навыками применения методов поиска и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения процессов изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.</p>
--	--	--	--	--	---

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		№ 4
		часов
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	12	12
<b>В том числе:</b>		
<b>Лекции (Л)</b>	4	4
<b>Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)</b>		
<b>Лабораторные работы (ЛР)</b>	8	8
Самостоятельная работа студента (всего)	<b>92</b>	<b>92</b>
<b>В том числе</b>		
<i>СРС в семестре:</i>		
<b>Курсовая работа</b>	<b>КП</b>	-
	<b>КР</b>	-
<i>Другие виды СРС:</i>		
Изучение основной и дополнительной литературы	48	48
Подготовка тематических обзоров	6	6
Изучение Интернет-ресурсов	14	14
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	14	14
<i>СРС в период сессии</i>	<b>10</b>	<b>10</b>
Подготовка к зачету	10	10
Вид промежуточной аттестации	<b>зачет (З),</b>	4
	<b>экзамен (Э)</b>	
<b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>	часов	<b>108</b>
	зач. ед.	<b>3</b>



## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ курса	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
4	1	Предпосылки развития солнечной энергетики.	Свойства солнечного излучения. Распространение излучения в атмосфере. Потенциальные возможности использования солнечной энергии. Направления развития солнечной энергетики.
	2	Принцип действия фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии.	Полупроводниковые материалы для ФЭП. ФЭП на основе полупроводникового р-п-перехода. Идеальный ФЭП. Реальный ФЭП. Эффективность ФЭП. Основные характеристики ФЭП.
	3	Основные варианты фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.	Гетероструктурный ФЭП. ФЭП на основе диода Шоттки. Применение МДП- структур в качестве ФЭП. Сравнение эффективности ФЭП.
	4	Современное состояние фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	Современные полупроводниковые материалы для ФЭП. Тонкопленочные ФЭП. ФЭП на основе аморфного кремния. Антиотражающие покрытия. Каскадные ФЭП. ФЭП на основе наноразмерных структур.
	5	Применение ФЭП в космическом пространстве	Влияние факторов космического пространства на работу ФЭП. Варианты конструкции ФЭП для космического применения. Современные тенденции развития космических ФЭП.
	6	Методы контроля характеристик ФЭП.	Вольт-амперная характеристика ФЭП. Имитаторы солнечного излучения. Условия освещения. Измерение КПД. Исследование антиотражающих свойств поверхности. Система характеристик ФЭП.
	7	Технология изготовления ФЭП	Основные требования к технологии ФЭП. Технология кремниевых ФЭП. Формирование антиотражающих покрытий. Применение пористого кремния. Тонкопленочная технология. Технология ФЭП на аморфном кремнии. Технология ФЭП с квантовыми точками.
	8	Принципы построения энергетических систем на основе ФЭП	Экономические аспекты энергетических систем на основе ФЭП. Варианты схем построения энергетических систем. Преобразователи напряжения. Аккумуляторы. Включение в энергосистему.



### 2.3. Лабораторный практикум

№ курса	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование лабораторных работ	Всего часов
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<b>4</b>	1	Предпосылки развития солнечной энергетики.		
	2	Принцип действия фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии.	1. Исследование эффективности ФЭП на основе р-п- перехода.	2
	3	Основные варианты фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.	2. Исследование характеристик ФЭП на основе гетероперехода CdS/Si.	2
	4	Современное состояние фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	3. Исследование ФЭП на аморфном кремнии	2
	5	Применение ФЭП в космическом пространстве		
	6	Методы контроля характеристик ФЭП.	4. Исследование вольт-фарадных характеристик ФЭП на основе р-п- перехода.	2
	7	Технология изготовления ФЭП		
	8	Принципы построения энергетических систем на основе ФЭП		
			<b>ИТОГО в</b>	

### 2.4. Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

№ курса	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
4	1.	Предпосылки развития солнечной энергетики.	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Написание тематического обзора.	4 2 1
	2.	Принцип действия фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии.	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Изучение Интернет-ресурсов 4. Написание тематического обзора. 5. Подготовка к выполнению лабораторной работы №1. 6. Подготовка к защите лабораторной работы №1.	4 2 2 1 2 1
	3.	Основные варианты фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Изучение Интернет-ресурсов 4. Написание тематического обзора. 5. Подготовка к выполнению лабораторной работы №2. 6. Подготовка к защите лабораторной работы №2.	4 2 2 1 2 2
	4	Современное состояние фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Изучение Интернет-ресурсов 4. Написание тематического обзора. 5. Подготовка к выполнению лабораторной работы №3. 6. Подготовка к защите лабораторной работы №3.	4 2 2 1 2 2
	5	Применение ФЭП в космическом пространстве	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Изучение Интернет-ресурсов 4. Написание тематического обзора.	4 2 2 1
	6	Методы	1. Изучение и конспектирование основной ли-	4

	контроля характеристик ФЭП.	тературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Изучение Интернет-ресурсов 4. Написание тематического обзора. 5. Подготовка к выполнению лабораторной работы №3. 6. Подготовка к защите лабораторной работы №4.	2  2 1 2  1
7	Технология изготовления ФЭП	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Изучение Интернет-ресурсов 4. Подготовка к зачету	4  2 2 6
8	Принципы построения энергетических систем на основе ФЭП	1. Изучение и конспектирование основной литературы 2. Изучение и конспектирование дополнительной литературы 3. Изучение Интернет-ресурсов 4. Подготовка к зачету	4  2 2 4
			зачет
<b>ИТОГО в 4 курсе</b>			92
<b>ИТОГО</b>			92

#### 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) (см. *Фонд оценочных средств*)

##### 4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ курса	№ раздела	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)*	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов в задании	Количество независимых вариантов
1	2	3	4	5	6	7
4	1	ТАт	Предпосылки развития солнечной энергетики.	Защита тематического обзора	2	5
	2		Принцип действия фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии.	Защита тематического обзора,	2	5
				Защита лабораторных работ	1	5
3	Основные варианты фотоэлектрических преобразователей	Защита тематического обзора,	2	5		
					1	5

		солнечной энергии.	Защита лабораторных работ		
<b>4</b>		Современное состояние фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	Защита тематического обзора,	2	5
			Защита лабораторных работ	1	5
<b>5</b>		Применение ФЭП в космическом пространстве	Защита тематического обзора	2	5
<b>6</b>		Методы контроля характеристик ФЭП.	Защита тематического обзора,	2	5
			Защита лабораторных работ	1	5
<b>7</b>		Технология изготовления ФЭП	Защита тематического обзора	2	5
<b>8</b>		Принципы построения энергетических систем на основе ФЭП	Защита тематического обзора	2	5
<b>1-6</b>	ПрАт		Зачет	2	30

## 4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

*Рейтинговая система не используется.*

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Курс	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Старосельский, В. И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / В. И. Старосельский. — Москва : Юрайт, 2016. — 463 с. — (Бакалавр. Академический курс). - Режим доступа: <a href="https://www.biblio-online.ru/book/9A79B4DF-8586-42B6-AF92-B7EB045ED169">https://www.biblio-online.ru/book/9A79B4DF-8586-42B6-AF92-B7EB045ED169</a> (дата обращения 01.12.2016)	1-8	4	ЭБС	
2.	Ансельм, А.И. Введение в теорию полупроводников [Электронный ресурс] : учеб. Пособие. — Санкт-петербург : Лань, 2016. — 624 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/71742">https://e.lanbook.com/book/71742</a> (дата обращения 01.21.2016)	1-7	4	ЭБС	
3.	Ишанин, Г.Г. Приемники оптического излучения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 304 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/53675">http://e.lanbook.com/book/53675</a> (дата обращения 01.12.2016)	1-8	4	ЭБС	

## 5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Се-мestr	Количество экземпля-ров	
				В библио-теке	На ка-федре
1	2	3	4	5	6
1.	Иванов, И.И. Электротехника и основы электроники [Электрон-ный ресурс] : учебник / И.И. Ива-нов, Г.И. Соловьев, В.Я. Фролов. — 9-е изд., стереотип. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 736 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/93764">http://e.lanbook.com/book/93764</a> (дата обращения 01.12.2016)	1-8	4	ЭБС	
2.	Волков, Ю.С. Электрофизические и электрохимические процессы обработки материалов [Электрон-ный ресурс] : учеб. пособие. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 396 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75505">http://e.lanbook.com/book/75505</a> (дата обращения 01.12.2016)	7	4	ЭБС	
3.	Путилин, Э.С. Оптические покры-тия [Электронный ресурс] : учеб. / Э.С. Путилин, Л.А. Губанова. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/72995">http://e.lanbook.com/book/72995</a> (дата обращения 01.12.2016)	1-7	4	ЭБС	

## 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Ре-жим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный (дата обращения: 10.11.2016).
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] : федеральный портал. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
3. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2016).
4. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) (дата обращения: 15.10.2016).



5. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.04.2017).

#### **5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. BATTERY SOLAR [Электронный ресурс] : сайт о применении солнечных модулей. – Режим доступа: <http://batsol.ru/oborudovanie-dlya-solnechnyx-batarej.html> (дата обращения 15.10.2015).
2. Sun-battery-biz [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: [http://www.sun-battery.biz/stat/kak\\_vybrat\\_solnechnuyu\\_batareyu.php](http://www.sun-battery.biz/stat/kak_vybrat_solnechnuyu_batareyu.php) (дата обращения 15.10.2015).
3. Нанометр [Электронный ресурс] : сайт Нанотехнологического сообщества. – Режим доступа: [http://www.nanometer.ru/library\\_list.html](http://www.nanometer.ru/library_list.html), свободный (дата обращения 15.10.2015)
4. Солнечный дом [Электронный ресурс] сайт. – Режим доступа: <http://www.solarhome.ru/biblio/pv/kuchmistr.htm> (дата обращения 15.10.2015)
5. Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук [Электронный ресурс] : сайт : электронные версии журналов «Физика и техника полупроводников», «Физика твердого тела», «Журнал технической физики». – Режим доступа: <http://www.ioffe.ru/index.php?row=12&subrow=0>, свободный (дата обращения 15.10.2015)

#### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:** специализированные лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения и экраном.

**6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:** видеопроектор, ноутбук, переносной экран, для проведения демонстраций и опытов, полный комплект физических установок и приборов.

#### **6.3. Требования к специализированному оборудованию:**

Специализированные установки согласно спискам оборудования предусмотренного для каждой лабораторной работы.

**6.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса:** отсутствуют.

#### **7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО)**

## 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю.
Практические занятия	Не предусмотрены учебным планом.
Курсовая работа	Не предусмотрена учебным планом.
Лабораторная работа	Для выполнения лабораторных работ используются специализированные лабораторные установки. Методические указания по выполнению лабораторных работ и описания установок находятся в лаборатории на рабочих местах
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (*при необходимости*)

1. Применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
2. Консультирование обучающихся посредством электронной почты.

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса *отсутствуют.*

## 11. Иные сведения

### Требования к оформлению курсовых работ.

Не предусмотрены учебным планом.

### Планы лекций (4 часа)

#### Лекция 1. Предпосылки развития солнечной энергетики. (1 час).

Свойства солнечного излучения. Распространение излучения в атмосфере. Направления развития солнечной энергетики.

#### Лекция 2. Принцип действия фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии (1 час).

Полупроводниковые материалы для ФЭП.  
ФЭП на основе полупроводникового р-п- перехода. Идеальный ФЭП. Реальный ФЭП. Эффективность ФЭП. Основные характеристики ФЭП.

#### Лекция 4. Современное состояние фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии (1 час).

Современные полупроводниковые материалы для ФЭП. Тонкопленочные ФЭП. ФЭП на основе аморфного кремния. Антиотражающие покрытия. Каскадные ФЭП. ФЭП на основе наноразмерных структур.

#### **Лекция 7. Технология изготовления ФЭП (1 час).**

Основные требования к технологии ФЭП. Технология кремниевых ФЭП. Формирование антиотражающих покрытий. Применение пористого кремния. Тонкопленочная технология. Технология ФЭП на аморфном кремнии. Технология ФЭП с квантовыми точками.

### **Планы практических занятий**

Не предусмотрены учебным планом.

### **Планы лабораторных работ**

**(8 часов)**

1. Исследование эффективности ФЭП на основе p-n- перехода (2 часа).
2. Исследование характеристик ФЭП на основе гетероперехода CdS/Si (2 часа).
3. Исследование ФЭП на аморфном кремнии (2 часа).
4. Исследование вольт-фарадных характеристик ФЭП на основе p-n- перехода (2 часа).

Для выполнения лабораторных работ используются специализированные лабораторные стенды.

## Приложение 1

### Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### *Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости*

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции) или её части)	Наименование оценочного средства
1.	1. Предпосылки развития солнечной энергетики. 2. Принцип действия фотоэлектрического преобразователя солнечной энергии. 3. Основные варианты фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии. 4. Современное состояние фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии 5. Применение ФЭП в космическом пространстве 6. Методы контроля характеристик ФЭП. 7. Технология изготовления ФЭП 8. Принципы построения энергетических систем на основе ФЭП	ОПК-4 ОПК-5 ПК-7	Зачет 4 курс

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОПК-4	Способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> основные принципы организации процессов проектирования, исследования и производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	<b>ОПК4 З1</b>
		<b>уметь</b>	
		<b>У1</b> корректно обосновать выбор технических средств для реализации процессов проектирования, исследования и производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии с учетом требований экологии	<b>ОПК4 У1</b>
ОПК-5	Способностью использовать правила техники безопасности производственной санитарии пожарной безопасности и нормы охраны труда	<b>владеть</b>	
		<b>В1</b> Навыками разработки технологических процессов производства фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии с учетом требований экологии	<b>ОПК4 В1</b>
		<b>знать</b>	
		<b>З1</b> основные правила производственной техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда при производстве и исследовании фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	<b>ОПК5 З1</b>
ОПК-5		<b>Уметь</b>	
		<b>У1</b> составлять инструкции по обеспечению безопасности разрабатываемых технологических процессов	<b>ОПК5 У1</b>
		<b>владеть</b>	
		<b>В1</b> навыками применения правил производственной	<b>ОПК5 В1</b>

		техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности при разработке технологических процессов	
ПК-7	способностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов	<b>знать</b>	
		<b>З1</b> основные принципы сбора и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения разработки процессов изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	<b>ПК7 З1</b>
		<b>Уметь</b>	
		<b>У1</b> проводить корректный анализ информации для обеспечения разработки технологических процессов изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	<b>ПК7 У1</b>
		<b>владеть</b>	
		<b>В1</b> навыками применения методов поиска и анализа научно-технической и нормативной информации для обеспечения процессов изготовления и исследования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	<b>ПК7 В1</b>

### КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (лабораторные работы 4 курс)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Охарактеризуйте спектр солнечного излучения.	ОПК4 З1, У1, В1 ОПК5 З1, У1, В1 ПК7 З1, У1, В1
2	Какое влияние оказывает земная атмосфера на солнечное излучение?	ОПК4 З1, У1, В1 ОПК5 З1, У1, В1 ПК7 З1, У1, В1

3	Назовите основные требования к полупроводниковым материалам для ФЭП.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
4	Принципы работы ФЭП с p-n- переходом.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
5	Что называется высотой барьера?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
6	В чем отличие идеального ФЭП от реального?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
7	Какое влияние оказывает сопротивление контактов на КПД ФЭП?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
8	Изобразите схему замещения реального ФЭП.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
9	Назовите причины снижения КПД ФЭП.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
10	Как влияют дефекты с глубокими уровнями на емкость ФЭП?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
11	Какие параметры ФЭП можно определить из вольт- фарадной характеристики?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
12	Какие параметры ФЭП можно определить из вольт- амперной характеристики?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
13	Какие достоинства имеют ФЭП на аморфном кремнии?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
14	Назовите недостатки ФЭП на аморфном кремнии.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
15	Какую роль играет антиотражающее покрытие?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
16	Назовите основные требования к технологии производства ФЭП.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
17	Сформулируйте основные принципы метода гидрохимического осаждения.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
18	В чем состоит метод коллоидного синтеза квантовых точек?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
19	Какие технологии используются при изготовлении ФЭП?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1

20	Какие методы используют для исследования характеристик ФЭП?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
----	---	--

## КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ 4 курс)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Охарактеризуйте спектр солнечного излучения.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
2	Какое влияние оказывает земная атмосфера на солнечное излучение?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
3	Назовите основные требования к полупроводниковым материалам для ФЭП.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
4	Принципы работы ФЭП с p-n- переходом.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
5	Что называется высотой барьера?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
6	В чем отличие идеального ФЭП от реального?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
7	Какое влияние оказывает сопротивление контактов на КПД ФЭП?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
8	Изобразите схему замещения реального ФЭП.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
9	Назовите причины снижения КПД ФЭП.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
10	Как влияют дефекты с глубокими уровнями на емкость ФЭП?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
11	Какие параметры ФЭП можно определить из вольт- фарадной характеристики?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
12	Какие параметры ФЭП можно определить из вольт- амперной характеристики?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
13	Какие достоинства имеют ФЭП на аморфном кремнии?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1



		ПК7 31, У1, В1
14	Назовите недостатки ФЭП на аморфном кремнии.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
15	Какую роль играет антиотражающее покрытие?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
16	Назовите основные требования к технологии производства ФЭП.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
17	Сформулируйте основные принципы метода гидрохимического осаждения.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
18	В чем состоит метод коллоидного синтеза квантовых точек?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
19	Какие технологии используются при изготовлении ФЭП?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
20	Какие методы используют для исследования характеристик ФЭП?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
21	Объясните схему установки для измерения КПД ФЭП	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
22	Назовите недостатки ФЭП на аморфном кремнии.	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
23	Какое влияние оказывает земная атмосфера на солнечное излучение?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
24	Как влияют дефекты с глубокими уровнями на емкость ФЭП?	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
25	Влияние факторов космического пространства на работу ФЭП	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
26	Варианты конструкции космических ФЭП	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
27	Схема построения энергетической системы на основе ФЭП	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
28	Перспективы развития солнечной энергетики	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
29	Требования к инфраструктуре солнечной энергетической станции	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1

30	Особенности работы ФЭП в реальных условиях	ОПК4 31, У1, В1 ОПК5 31, У1, В1 ПК7 31, У1, В1
----	--	--

## ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено».

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине «Солнечная энергетика» (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Зачтено» – оценка соответствует повышенному и пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.