

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 11

аудиторные занятия

68

курсовая работа 11

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>11 (6.1)</b>		Итого	
	18			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*кхн, доц., Вагапова Наргиза Тухтамыевна; ст.преп., Лебедев Андрей Александрович*

Рабочая программа

**Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра ППЭ и ФПП**

Протокол от 21.06.2023 г., №11

Руководитель подразделения Диденко Сергей Иванович, к.ф.-м.н., доцент

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	На примере процессов изготовления солнечных элементов сформировать представление о технологиях и оборудовании, используемых в производстве полупроводниковых приборов. Сформировать представление об основных стадиях технологического цикла изготовления солнечных элементов и их критических параметрах, об основном оборудовании, его видах, принципе работы и особенностях, ознакомить с методикой расчета производительности, выхода годного.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.21
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Высоковакуумное оборудование в нанoeлектронике	
2.1.2	Компьютерные технологии в исследованиях материалов электроники и нанoeлектроники	
2.1.3	Компьютерные технологии в научных исследованиях	
2.1.4	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	
2.1.5	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций	
2.1.6	Планирование научной деятельности	
2.1.7	Приборы и устройства магнитоэлектроники	
2.1.8	Программирование микроконтроллеров	
2.1.9	Методы математического моделирования	
2.1.10	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур	
2.1.11	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники	
2.1.12	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.1.13	Физико-химия и технология наноструктур	
2.1.14	Вакуумная и плазменная электроника	
2.1.15	Квантоворазмерные структуры в нанoeлектронике	
2.1.16	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики	
2.1.17	Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники	
2.1.18	Основы технологии электронной компонентной базы	
2.1.19	Процессы вакуумной и плазменной электроники	
2.1.20	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.1.21	Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах	
2.1.22	Компьютерные технологии проектирования процессов нанoeлектроники	
2.1.23	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.1.24	Полупроводниковая нанoeлектроника	
2.1.25	Приемники оптического излучения	
2.1.26	Физика импульсного отжига	
2.1.27	Физико-математические модели процессов нанoeлектроники	
2.1.28	Физические основы электроники	
2.1.29	Функциональная нанoeлектроника	
2.1.30	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.1.31	Квантовая и оптическая электроника	
2.1.32	Технология материалов электронной техники	
2.1.33	Физика конденсированного состояния	
2.1.34	Физика магнитных явлений	
2.1.35	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.36	Актуальные проблемы современной электроники, нанoeлектроники и магнитоэлектроники	
2.1.37	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.38	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.39	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.40	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.41	Электротехника	
2.1.42	Информатика	
2.1.43	Инженерная и компьютерная графика	

<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-31 Принципиальное устройство современных солнечных элементов, принципы подбора используемых в их структуре материалов, основные принципы построения технологии, основные методы характеристики солнечных элементов	
<b>ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 Состав основного технологического, инженерного и измерительного оборудования, применяемого при производстве полупроводниковых солнечных элементов	
<b>ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-4-31 Варианты реализации технологии изготовления солнечных элементов	
<b>ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-3-У1 Применять совместно методы характеристики солнечных элементов: электролюминесценция, оптическая микроскопия, внешний квантовый выход фотоотклика, эллипсометрия, спектроскопия и др.	
<b>ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 Самостоятельно работать с литературой для поиска информации об оборудовании, оценивать его производительности, а также соответствие состава, типа и мощности обеспечивающих инженерных систем	
<b>ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-4-У1 Проводить оценку производительности оборудования и технологических линий полупроводниковых производств, предлагать решения по оптимизации линии	
<b>ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-3-В1 Навыками и опытом проведения измерений методами электролюминесценции, эллипсометрии, спектроскопии и др., осуществления сопоставительного анализа результатов измерений и технологических режимов	
<b>ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1-В1 Системным подходом к подбору необходимого для изготовления полупроводниковых приборов оборудования с учетом выхода годного и необходимых мощностей производства	
<b>ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</b>	
<b>Владеть:</b>	
ОПК-4-В1 Навыками и опытом разработки алгоритма выработки аргументированных решений по созданию или оптимизации технологических линий полупроводниковых производств на основе проведенной оценки производительности оборудования, анализа тактико-технических характеристик прибора и требуемых объемов производства	

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Формируемые индикаторы компетенций</b>	<b>Литература и эл. ресурсы</b>	<b>Примечание</b>	<b>КМ</b>	<b>Выполняемые работы</b>
	<b>Раздел 1. Обзор технологий изготовления ФЭП различных типов и их техническая реализация</b>							

1.1	Различные виды постростовой технологии изготовления ФЭП /Лек/	11	5	ОПК-4-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.3 Л1.4	<p>Нашельский А.Я. Технология полупроводниковых материалов / Пособие для повышения квалификации и ИТР – М.: Металлургия, 1987. – 336 с.</p> <p>Курносов, А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов / Учебное пособие для вузов – М.: Высшая школа, 1974 . – 400 с.</p> <p>Основы технологии кремниевых интегральных схем: окисление, диффузия, эпитаксия / под ред. Р. Бургера и Р. Донована перевод с англ. – М.: Мир, 1969.</p> <p>Данилин Б.С. Вакуумное нанесение тонких пленок. – М.: «Энергия», 1967. – 312 с.</p> <p>Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов / под ред. К. А. Джексона и В. Шретера. - Воронеж : Водолей, 2004 - Т. 1 : Электронная структура и</p>		Р1
-----	---	----	---	--------------------------	-----------	--	--	----

						свойства полупроводни- ков / пер. с англ. под ред. проф. Э. П. Домашевско- й. - 2004. - 967 с.		
--	--	--	--	--	--	--	--	--

1.2	Технология изготовления гетерокаскадных фотопреобразователей на основе аморфного гидrogenизированного кремния /Лек/	11	3	ОПК-4-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.3 Л1.4Л3.1	<p>Нашельский А.Я. Технология полупроводниковых материалов / Пособие для повышения квалификации и ИТР – М.: Металлургия, 1987. – 336 с.</p> <p>Курносов, А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов / Учебное пособие для вузов – М.: Высшая школа, 1974 . – 400 с.</p> <p>Основы технологии кремниевых интегральных схем: окисление, диффузия, эпитаксия / под ред. Р. Бургера и Р. Донована перевод с англ. – М.: Мир, 1969.</p> <p>Данилин Б.С. Вакуумное нанесение тонких пленок. – М.: «Энергия», 1967. – 312 с.</p> <p>Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов / под ред. К. А. Джексона и В. Шретера. - Воронеж : Водолей, 2004 - Т. 1 : Электронная структура и</p>		
-----	---	----	---	--------------------------	------------------	--	--	--



						свойства полупроводни- ков / пер. с англ. под ред. проф. Э. П. Домашевско- й. - 2004. - 967 с.		
--	--	--	--	--	--	--	--	--

1.3	Технология изготовления фотопреобразователей из монокристаллического кремния /Лек/	11	2	ОПК-4-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.3 Л1.4	<p>Нашельский А.Я. Технология полупроводниковых материалов / Пособие для повышения квалификации и ИТР – М.: Металлургия, 1987. – 336 с.</p> <p>Курносов, А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов / Учебное пособие для вузов – М.: Высшая школа, 1974 . – 400 с.</p> <p>Основы технологии кремниевых интегральных схем: окисление, диффузия, эпитаксия / под ред. Р. Бургера и Р. Донована перевод с англ. – М.: Мир, 1969.</p> <p>Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов / под ред. К. А. Джексона и В. Шретера. - Воронеж : Водолей, 2004 - Т. 1 : Электронная структура и свойства полупроводников / пер. с англ. под ред. проф. Э. П. Домашевско й. - 2004. - 967 с.</p>	КМ1	
-----	--	----	---	--------------------------	-----------	---	-----	--



1.4	Практическая работа по теме "Технология изготовления фотопреобразователей" /Пр/	11	4	ОПК-4-31 ПК-1-31 ПК-3-31 ОПК-4-У1	Л1.3 Л1.4Л3.1	<p>Нашельский А.Я. Технология полупроводниковых материалов / Пособие для повышения квалификации и ИТР – М.: Металлургия, 1987. – 336 с.</p> <p>Курносов, А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов / Учебное пособие для вузов – М.: Высшая школа, 1974 . – 400 с.</p> <p>Основы технологии кремниевых интегральных схем: окисление, диффузия, эпитаксия / под ред. Р. Бургера и Р. Донована перевод с англ. – М.: Мир, 1969.</p> <p>Данилин Б.С. Вакуумное нанесение тонких пленок. – М.: «Энергия», 1967. – 312 с.</p> <p>Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов / под ред. К. А. Джексона и В. Шретера. - Воронеж : Водолей, 2004 - Т. 1 : Электронная структура и</p>		Р2
-----	---	----	---	-----------------------------------	------------------	--	--	----

						свойства полупроводни- ков / пер. с англ. под ред. проф. Э. П. Домашевско- й. - 2004. - 967 с.		
--	--	--	--	--	--	--	--	--

1.5	Самостоятельное изучение литературы /Ср/	11	10	ОПК-4-31 ПК-1-31 ПК-3-31 ОПК-4-У1 ПК-1-У1	Л1.3 Л1.4Л3.1 Э1	<p>Нашельский А.Я. Технология полупроводниковых материалов / Пособие для повышения квалификации и ИТР – М.: Металлургия, 1987. – 336 с.</p> <p>Курносов, А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов / Учебное пособие для вузов – М.: Высшая школа, 1974 . – 400 с.</p> <p>Основы технологии кремниевых интегральных схем: окисление, диффузия, эпитаксия / под ред. Р. Бургера и Р. Донована перевод с англ. – М.: Мир, 1969.</p> <p>Данилин Б.С. Вакуумное нанесение тонких пленок. – М.: «Энергия», 1967. – 312 с.</p> <p>Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов / под ред. К. А. Джексона и В. Шретера. - Воронеж : Водолей, 2004 - Т. 1 : Электронная структура и</p>		
-----	--	----	----	--	------------------------	--	--	--

						свойства полупроводн иков / пер. с англ. под ред. проф. Э. П. Домашевско й. - 2004. - 967 с.		
	<b>Раздел 2. Инженерные системы, обеспечивающие процесс производства ФЭП различных типов</b>							
2.1	Инженерное оборудование. Введение /Лек/	11	2	ПК-1-31	Л1.3 Л1.4	Моряков О.С. Устройство и наладка оборудовани я полупроводн икового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.  Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производств о полупроводн иковых приборов. – М. Профтехизда т, 1963.		
2.2	Инженерное оборудование. Чистые помещения /Лек/	11	2	ПК-1-31	Л1.3 Л1.4	Моряков О.С. Устройство и наладка оборудовани я полупроводн икового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.  Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производств о полупроводн иковых приборов. – М. Профтехизда т, 1963.		

2.3	Практическая работа по теме "Инженерное оборудование" /Пр/	11	3	ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.3 Л1.4	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производство полупроводниковых приборов. – М. Профтехиздат, 1963.</p>		
2.4	Водоподготовка /Лек/	11	4	ПК-1-31	Л1.3 Л1.4	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Курносов А.И. Материалы для полупроводниковых приборов и интегральных схем. – М. Высшая школа, 1975.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производство полупроводниковых приборов. – М. Профтехиздат, 1963.</p>		



2.5	Практическая работа по теме "Водоподготовка" /Пр/	11	3	ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.3 Л1.4	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Курносов А.И. Материалы для полупроводниковых приборов и интегральных схем. – М. Высшая школа, 1975.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производство полупроводниковых приборов. – М. Профтехиздат, 1963.</p>		
-----	---	----	---	-----------------	-----------	---	--	--

2.6	Получение газов высокой чистоты /Лек/	11	3	ПК-1-31	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудовани я полупроводн икового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Курносов А.И. Материалы для полупроводн иковых приборов и интегральны х схем. – М. Высшая школа, 1975.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производств о полупроводн иковых приборов. – М. Профтехизда т, 1963.</p>		
-----	---------------------------------------	----	---	---------	-----------------------	--	--	--

2.7	Транспортировка, хранение и утилизация газов высокой чистоты. Течеискание /Лек/	11	4	ПК-1-31	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства. – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Курносов А.И. Материалы для полупроводниковых приборов и интегральных схем. – М. Высшая школа, 1975.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производство полупроводниковых приборов. – М. Профтехиздат, 1963.</p>		
-----	---	----	---	---------	-----------------------	--	--	--

2.8	Практическая работа по теме "Газы высокой чистоты" /Пр/	11	3	ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Курносов А.И. Материалы для полупроводниковых приборов и интегральных схем. – М. Высшая школа, 1975.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производство полупроводниковых приборов. – М. Профтехиздат, 1963.</p>		
-----	---	----	---	-----------------	-----------------------	---	--	--

2.9	Вакуумные системы. Введение /Лек/	11	3	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудовани я полупроводн икового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производств о полупроводн иковых приборов. – М. Профтехизда т, 1963.</p> <p>Пипко А.И., Плисковский В.Я., Пенченко Е.А. Оборудовани е для откачки вакуумных приборов. – М.: «Энергия», 1965.</p> <p>Данилин Б.С. Вакуумное нанесение тонких пленок. – М. «Энергия», 1967.</p>		
-----	--------------------------------------	----	---	---------	-----------	---	--	--

2.10	Вакуумные системы. Объемные вакуумные насосы /Лек/	11	3	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производство полупроводниковых приборов. – М. Профтехиздат, 1963.</p> <p>Пипко А.И., Плисковский В.Я., Пенченко Е.А. Оборудование для откачки вакуумных приборов. – М.: «Энергия», 1965.</p> <p>Данилин Б.С. Вакуумное нанесение тонких пленок. – М. «Энергия», 1967.</p>		
------	---	----	---	---------	------------------	---	--	--

2.11	Вакуумные системы. Струйные и сорбционные вакуумные насосы /Лек/	11	3	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудовани я полупроводн икового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производств о полупроводн иковых приборов. – М. Профтехизда т, 1963.</p> <p>Пипко А.И., Плисковский В.Я., Пенченко Е.А. Оборудовани е для откачки вакуумных приборов. – М.: «Энергия», 1965.</p> <p>Данилин Б.С. Вакуумное нанесение тонких пленок. – М. «Энергия», 1967.</p>	КМ2	
------	--	----	---	---------	------------------	---	-----	--

2.12	Практическая работа по теме "Вакуумные системы" /Пр/	11	4	ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудования полупроводникового производства. – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производство полупроводниковых приборов. – М. Профтехиздат, 1963.</p> <p>Пипко А.И., Плисковский В.Я., Пенченко Е.А. Оборудование для откачки вакуумных приборов. – М.: «Энергия», 1965.</p> <p>Данилин Б.С. Вакуумное нанесение тонких пленок. – М. «Энергия», 1967.</p>		
------	--	----	---	-----------------	------------------	--	--	--



2.13	Самостоятельное изучение литературы /Ср/	11	46	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1	<p>Моряков О.С. Устройство и наладка оборудовани я полупроводн икового производства . – 3-е изд. – М.: Высш. Школа, 1981. – 336 с.</p> <p>Курносов А.И. Материалы для полупроводн иковых приборов и интегральны х схем. – М. Высшая школа, 1975.</p> <p>Брук В.А., Гаршенин В.В., Курносов А.И. Производств о полупроводн иковых приборов. – М. Профтехизда т, 1963.</p> <p>Пипко А.И., Плисковский В.Я., Пенченко Е.А. Оборудовани е для откачки вакуумных приборов. – М.: «Энергия», 1965.</p> <p>Данилин Б.С. Вакуумное нанесение тонких пленок. – М. «Энергия», 1967.</p>		
<b>Раздел 3. Оборудование для характеристики ФЭП</b>								

3.1	Электролюминесценция /Лаб/	11	3	ОПК-4-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.3 Л1.4 Э1	Колтун М.М. Оптика и метрология солнечных элементов. – М.: Наука, 1985.		
3.2	Квантовый выход /Лаб/	11	3	ОПК-4-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.3 Л1.4 Э1	Колтун М.М. Оптика и метрология солнечных элементов. – М.: Наука, 1985.		
3.3	Имитатор солнечного излучения /Лаб/	11	3	ОПК-4-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.3 Л1.4 Э1	Колтун М.М. Оптика и метрология солнечных элементов. – М.: Наука, 1985.		
3.4	Эллипсометрия /Лаб/	11	3	ОПК-4-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.3 Л1.4 Э1	Колтун М.М. Оптика и метрология солнечных элементов. – М.: Наука, 1985.		
3.5	Спектрофотометрия /Лаб/	11	3	ОПК-4-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.3 Л1.4 Э1	Колтун М.М. Оптика и метрология солнечных элементов. – М.: Наука, 1985.		
3.6	Оптическая микроскопия /Лаб/	11	2	ОПК-4-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.3 Л1.4 Э1	Колтун М.М. Оптика и метрология солнечных элементов. – М.: Наука, 1985.		
3.7	Самостоятельное изучение литературы /Ср/	11	20	ОПК-4-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.3 Л1.4 Э1	Колтун М.М. Оптика и метрология солнечных элементов. – М.: Наука, 1985.	КМ3	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Коллоквиум №1 по разделу 1	ОПК-4-31;ПК-1-31;ПК-3-31;ОПК-4-У1;ПК-1-У1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Технология и оборудование для создания полупроводникового фотопреобразователя на основе материалов АЗВ5.</li> <li>- Различные виды постростовой технологии изготовления фотопреобразователя.</li> <li>- Технология и оборудование для создания полупроводникового фотопреобразователя из аморфного кремния.</li> <li>- Технология и оборудование для создания полупроводникового фотопреобразователя на основе монокристаллического кремния.</li> </ul>

КМ2	Коллоквиум №2 по разделу 2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Чистые помещения. Принцип работы.</li> <li>- Чистые помещения. Классификация помещений.</li> <li>- Чистые помещения. Принципы реализации.</li> <li>- Чистые помещения. Однонаправленный воздушный поток.</li> <li>- Чистые помещения. Эксплуатация помещений.</li> <li>- Чистые помещения. Контроль чистоты.</li> <li>- Деионизованная вода. Чистота.</li> <li>- Деионизованная вода. Применение.</li> <li>- Деионизованная вода. Способы очистки.</li> <li>- Деионизованная вода. Схема очистки.</li> <li>- Деионизованная вода. Обратный осмос.</li> <li>- Газы ОСЧ. Азот (применение, получение, очистка).</li> <li>- Газы ОСЧ. Кислород (применение, получение, очистка).</li> <li>- Газы ОСЧ. Водород (применение, получение, очистка).</li> <li>- Течеискание.</li> <li>- Вакуумные системы. Вакуум, единицы измерения давления.</li> <li>- Вакуумные системы. Механические насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Струйные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Криогенные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Сорбционные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Адсорбционные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Газоперемещающие насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Системы контроля давления.</li> <li>- Вакуумные системы. Ловушки.</li> <li>- Вакуумные системы. Объемные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Молекулярные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Пароструйные насосы.</li> <li>- Принципы работы вакуумных установок.</li> <li>- Принципы работы масляных насосов, примеры таких насосов их достоинства и недостатки.</li> <li>- Газовое оборудование необходимое для работы установки эпитаксиального роста полупроводниковых слоев.</li> <li>- Принципы работы безмасляных насосов, примеры таких насосов их достоинства и недостатки.</li> <li>- Высоковакуумные насосы, примеры таких насосов их достоинства и недостатки.</li> <li>- Насосное оборудование необходимое для установок газофазовой эпитаксии.</li> </ul>
-----	----------------------------	-------------------------	--

КМЗ	Зачет	ПК-3-31;ПК-3-У1;ОПК-4-В1;ПК-3-В1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Технология и оборудование для создания полупроводникового фотопреобразователя на основе материалов АЗВ5.</li> <li>- Различные виды постростовой технологии изготовления фотопреобразователя.</li> <li>- Технология и оборудование для создания полупроводникового фотопреобразователя из аморфного кремния.</li> <li>- Технология и оборудование для создания полупроводникового фотопреобразователя на основе монокристаллического кремния.</li> <li>- Чистые помещения. Принцип работы.</li> <li>- Чистые помещения. Классификация помещений.</li> <li>- Чистые помещения. Принципы реализации.</li> <li>- Чистые помещения. Однонаправленный воздушный поток.</li> <li>- Чистые помещения. Эксплуатация помещений.</li> <li>- Чистые помещения. Контроль чистоты.</li> <li>- Деионизованная вода. Чистота.</li> <li>- Деионизованная вода. Применение.</li> <li>- Деионизованная вода. Способы очистки.</li> <li>- Деионизованная вода. Схема очистки.</li> <li>- Деионизованная вода. Обратный осмос.</li> <li>- Газы ОСЧ. Азот (применение, получение, очистка).</li> <li>- Газы ОСЧ. Кислород (применение, получение, очистка).</li> <li>- Газы ОСЧ. Водород (применение, получение, очистка).</li> <li>- Течеискание.</li> <li>- Вакуумные системы. Вакуум, единицы измерения давления.</li> <li>- Вакуумные системы. Механические насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Струйные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Криогенные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Сорбционные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Адсорбционные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Газоперемещающие насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Системы контроля давления.</li> <li>- Вакуумные системы. Ловушки.</li> <li>- Вакуумные системы. Объемные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Молекулярные насосы.</li> <li>- Вакуумные системы. Пароструйные насосы.</li> <li>- Принципы работы вакуумных установок.</li> <li>- Принципы работы масляных насосов, примеры таких насосов их достоинства и недостатки.</li> <li>- Газовое оборудование необходимое для работы установки эпитаксиального роста полупроводниковых слоев.</li> <li>- Принципы работы безмасляных насосов, примеры таких насосов их достоинства и недостатки.</li> <li>- Высоковакуумные насосы, примеры таких насосов их достоинства и недостатки.</li> <li>- Насосное оборудование необходимое для установок газофазовой эпитаксии.</li> <li>- Методы и методики характеристики солнечных элементов и их полупроводниковых структур.</li> </ul>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Домашнее задание №1	ОПК-4-31;ПК-1-31;ПК-3-31	Изучить патент RU 2 528 277 С1. (Опубликовано: 10.09.2014 Бюл. № 25): 1. Нарисовать схему, иллюстрирующую поперечное изменение поперечного среза заготовки ФЭП в процессе реализации постростовой технологии изготовления ФЭП. 2. Нарисовать блок-схему последовательности технологических операций постростовой технологии изготовления ФЭП.
Р2	Домашнее задание №2	ПК-1-31;ОПК-4-31;ПК-3-31;ОПК-4-У1	Исходя из основных параметров оборудования и оснастки, описания прибора укомплектовать производство полупроводниковых приборов для обеспечения заданной производительности и обосновать выбранный вариант компоновки.

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

По курсу предусмотрен зачет с оценкой.

Для получения оценки студенту необходимо выполнить 3 задания, типовые вопросы заданий приведены в вопросах самоподготовки.

Задание 1 – теоретический вопрос;

Задание 2 – теоретический вопрос;

Задание 3 – теоретический вопрос.

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении за-данных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Иванов Ф. М., Любимов А. П.	Вакуум: научно-популярное издание	Электронная библиотека	Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1958
Л1.2	Горшков А. М.	Насосы	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1947
Л1.3	Кожитов Л. В., Косушкин В. Г., Крапухин В. В., Пархоменко Ю. Н.	Технология материалов микро- и нанoeлектроники	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л1.4	Нашельский А. Я.	Технология спецматериалов электронной техники: Учеб. пособие для техникумов по спец. 2001 'Технология материалов электрон. техники'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1993
Л1.5	Курочка Сергей Петрович, Сергиенко Андрей Алексеевич	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии. Методы формирования наноструктурированных гетерокомпозиций: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Путиловский Ф. Д.	Расчет вакуумных систем: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2008
Л2.2	Янченко Г. А.	Параметры состояния. Основные газовые законы	Библиотека МИСиС	, 2006

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Ковалев А. Н., Рабинович О. И., Тимошина М. И.	Физика и технология наноструктурных гетерокомпозиций: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2015

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Курс "Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов" на платформе LMS Canvas	<a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>
----	--	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	База патентов ( <a href="https://findpatent.ru/patent/238/2384652.html">https://findpatent.ru/patent/238/2384652.html</a> )
-----	---

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
К-510	Учебная аудитория	комплект лабораторного оборудования по ФТТ (АПК ТАУМЕР, установка "ВИК УЭС", компьютер с ПО); электромагнит ФЛ-1; установка для измерения Эффекта Холла, ноутбук с ПО, установка измерения сопротивления полупроводника в магнитном поле (электромагнит, прибор универсальный, источник питания универсальный, источник тока Э378, вольтметр В7-21А); установка определения удельного сопротивления двухзондовым методом (вольтметр В7-21А, источник питания Б5-50, стенд для измерения УЭС 2-зондовым методом с освещением и эталонным сопротивлением); установка изучения поглощения света в полупроводниках (монохроматор УМ-2, фотоприемник, вольтметр В7-16А, пульт питания с лампой ЭПС-112); установка измерения собственной и примесной проводимости полупроводниковых материалов (монохроматор МДР-3, вольтметр В7-138, источник питания с лампой ВК7-7); установка измерения температурной зависимости электропроводности (компьютер с лицензионным ПО, нагреватель, приставка для измерения ширины запрещенной зоны, источник питания Б5-30)
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.