Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Наименование образовательной программы: Нанотехнология в электронике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НЕУПОРЯДОЧЕННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Блок:	**Блок 1 «Дисциплины (модули)»**
Часть образовательной программы:	**Часть, формируемая участниками образовательных отношений**
№ дисциплины по учебному плану:	**Б1.Ч.01.11**
Трудоемкость в зачетных единицах:	**7 семестр - 3; 8 семестр - 3; всего - 6**
Часов (всего) по учебному плану:	**216 часов**
Лекции	**7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 28 часа; всего - 60 часов**
Практические занятия	**не предусмотрено учебным планом**
Лабораторные работы	**8 семестр - 14 часов;**
Консультации	**7 семестр - 2 часа;**
Самостоятельная работа	**7 семестр - 71,5 часа; 8 семестр - 63,5 часа; всего - 135,0 часа**
в том числе на КП/КР	**не предусмотрено учебным планом**
Иная контактная работа	**проводится в рамках часов аудиторных занятий**
включая: Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен Экзамен	**7 семестр - 2,5 часа; 8 семестр - 2,5 часа; всего - 5,0 часов**

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Попов А.И. Идентификатор: Ra710b7a6-PopovAI-113a0ed6	А.И. Попов
(должность)	(подпись)	(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Холодный Д.С. Идентификатор: R0bac9dac-KholodnyDS-6393810d	Д.С. Холодный
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)
Заведующий выпускающей кафедры	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Славинский А.З. Идентификатор: R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214	А.З. Славинский
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение особенностей физики материалов, у которых отсутствует дальний порядок в расположении атомов (аморфных, стеклообразных и нанокристаллических полупроводников), для последующего применения полученных знаний при конструировании и исследовании приборов на основе этих материалов

Задачи дисциплины

- освоение способности учитывать особенности физики неупорядоченного конденсированного состояния вещества, атомной и электронной структуры неупорядоченных полупроводников;
- - освоение методов исследования и моделирования структуры и свойств различных классов неупорядоченных полупроводников, а также методов управления свойствами этих материалов;
- развитие способности эффективно использовать особенности свойств и эффекты, наблюдающиеся в неупорядоченных полупроводниках, при последующих разработках и исследованиях приборов и устройств на основе этих материалов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Запланированные результаты обучения**
ПК-1 Способен участвовать в проектировании полупроводниковых приборов	ИД-1$_{ПК-1}$ Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов	знать: - классификацию твёрдых тел с точки зрения атомной структуры и зонной теории; - классификацию приборов и устройств на основе неупорядоченных полупроводников; - особенности электронной структуры, электрических, оптических и фотоэлектрических свойств неупорядоченных полупроводников; - методы исследования атомной структуры и управления свойствами неупорядоченных полупроводников; - физику работы приборов и устройств на основе неупорядоченных полупроводников; - методы расчёта и проектирования приборов и устройств на основе неупорядоченных полупроводников; - методы исследования и технологические методы изготовления приборов и устройств на основе неупорядоченных полупроводников. уметь: - применять методы и средства измерений физических свойств неупорядоченных полупроводников; - применять методы расчёта и моделирования атомной структуры

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		неупорядоченных полупроводников; - собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по неупорядоченным полупроводникам; - аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментальных исследований неупорядоченных полупроводников.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Нанотехнология в электронике (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа								СР		
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
							КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Атомная структура неупорядоченных полупроводников	34	7	16	-	-	-	-	-	-	-	18	-	***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Изучение материала по теме раздела Изучение литературы: [1] с. 32-79 или [2] с. 21-64 ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 32-79 [3], 13-38
1.1	Определение и классификация неупорядоченных материалов.	8		4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Атомная структура некристаллических полупроводников	16		8	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
1.3	Результаты структурных исследований неупорядоченных полупроводников.	10		4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
2	Электронная структура и свойства неупорядоченных полупроводников	24		12	-	-	-	-	-	-	-	12	-	***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Изучение материала по теме раздела Изучение литературы: [1] с. 32-79 или [2] с. 21-64; [1] с. 80-99 или [2] с. 71-86; [1] с. 99-112, 144-159 или [2] с. 85-96, 98-109 ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 80-111 [3], 41-68
2.1	Электронная структура и дефекты в неупорядоченных полупроводниках.	8		4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
2.2	Электрофизические, оптические и фотоэлектрические свойства неупорядоченных	16		8	-	-	-	-	-	-	-	8	-	

	полупроводников													
3	Методы управления свойствами неупорядоченных полупроводников	12		4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Изучение материала по теме раздела Изучение литературы: [1] с. 113-143 или [2] с. 111-153; [1] с. 160-171 или [2] с. 214-228; [2] с. 65-67, 84-85, 96-97 ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 113-142 [3], 69-90
3.1	Управление свойствами неупорядоченных полупроводников	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
3.2	Фотоиндуцированные изменения свойств неупорядоченных полупроводников	2		1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
3.3	Молекулярные органические полупроводники	4		1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
	Экзамен	38.0		-	-	-	-	2	-	-	2.5	-	33.5	
	Всего за семестр	**108.0**		**32**	**-**	**-**	**-**	**2**	**-**	**-**	**2.5**	**38**	**33.5**	
	Итого за семестр	**108.0**		**32**	**-**	**-**	**2**		**-**		**2.5**	**71.5**		
4	Технологические особенности получения плёнок неупорядоченных полупроводников. Носители оптической информации на основе неупорядоченных полупроводников.	26	8	14	4	-	-	-	-	-	-	8	-	***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Изучение материала по теме раздела Изучение литературы: [1] с. 172-204 или [2] с. 155-185; [1] с. 206-231 или [2] с. 187-213, 229-240 ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 172-204 [3], 91-114
4.1	Технологические особенности получения плёнок неупорядоченных полупроводников.	8		6	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
4.2	Носители оптической информации на основе неупорядоченных полупроводников	18		8	4	-	-	-	-	-	-	6	-	

5	Тонкоплёночные фотоэлектрические преобразователи	22		6	6	-	-	-	-	-	-	10	-	***Подготовка к аудиторным занятиям:*** Изучение материала по теме раздела Изучение литературы: [1] с. 232-244 или [2] 241-266 ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 232-244 [2], 241-266
5.1	Фотоэлектрические преобразователи на основе неупорядоченных полупроводников	22		6	6	-	-	-	-	-	-	10	-	
6	Электронные приборы на основе неупорядоченных полупроводников.	24		8	4	-	-	-	-	-	-	12	-	***Проведение эксперимента:*** Изучение материала по теме раздела Изучение литературы: [1] с. 260-266 или [2] 292-300; [1] с. 214-260 или [2] с. 267-292 ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 244-265 [2], 267-300
6.1	Тонкопленочные транзисторы на неупорядоченных полупроводниках	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
6.2	Электронные приборы на основе неупорядоченных полупроводников.	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
6.3	Память на фазовых переходах в неупорядоченных полупроводниках.	14		4	4	-	-	-	-	-	-	6	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	-	2.5	-	33.5	
	Всего за семестр	**108.0**		**28**	**14**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**2.5**	**30**	**33.5**	
	Итого за семестр	**108.0**		**28**	**14**	**-**	**-**		**-**		**2.5**	**63.5**		
	ИТОГО	**216.0**	**-**	**60**	**14**	**-**	**2**		**-**		**5.0**	**135.0**		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Атомная структура неупорядоченных полупроводников

1.1. Определение и классификация неупорядоченных материалов.

Место дисциплины в подготовке бакалавров по направлению «Электроника и наноэлектроника». Определение неупорядоченного состояния вещества. Классификации неупорядоченных материалов. Термодинамические уровни стабильности неравновесных систем. Стеклообразные материалы и стеклообразование, критерии стеклообразования Изготовление халькогенидных стёкол..

1.2. Атомная структура некристаллических полупроводников

Атомная структура материалов. Понятие ближнего, среднего и дальнего порядка в расположении атомов. Геометрические и энергетические характеристики упорядочения. Модели среднего порядка. Методы исследования атомной структуры неупорядоченных полупроводников. Прямые методы (дифракционные и метод тонкой структуры края собственного рентгеновского поглощения – EXAFS). Современное развитие дифракционных методов. Функция радиального распределения атомов. Электронная микроскопия высокого разрешения. Методы колебательной спектроскопии (метод спектроскопии инфракрасного поглощения и метод комбинационного рассеяния). Косвенные методы исследования атомной структуры некристаллических полупроводников.. Моделирование атомной структуры. Моделирование атомной структуры некристаллических полупроводников. Физическое и компьютерное моделирование. Методы компьютерного моделирования: топологический метод, метод молекулярной динамики, метод Монте-Карло, градиентный метод..

1.3. Результаты структурных исследований неупорядоченных полупроводников.

Некристаллический селен. Молекулярные модели стеклообразного селена. Атомная структура некристаллического селена, бинарных халькогенидных стеклообразных полупроводников, аморфного кремния и гидрогенизированного аморфного кремния, материалов на основе аморфного углерода..

2. Электронная структура и свойства неупорядоченных полупроводников

2.1. Электронная структура и дефекты в неупорядоченных полупроводниках.

Электронная структура неупорядоченных полупроводников. Локализованные состояния – определения и природа. Строение энергетических зон. Модели Губанова, Коуэна-Фриче-Овшинского, Мотта-Дэвиса. Запрещённая зона подвижности. Фиксация уровня Ферми. Дефекты в неупорядоченных полупроводниках. Гипотеза Андерсона. Модель D+ - D- центров. Модель пар с переменной валентностью. Квазимолекулярные дефекты. Дефекты на атомах халькогенов и пниктидов. Дефекты на атомах кремния и в гидрогенизированном аморфном кремнии..

2.2. Электрофизические, оптические и фотоэлектрические свойства неупорядоченных полупроводников

Электрофизические свойства некристаллических полупроводников. Механизмы электрической проводимости. Прыжковая проводимость. Проводимость с переменной длиной прыжка. ТермоЭДС и эффект Холла. Дрейфовая подвижность носителей заряда. Оптические свойства Спектральные зависимости оптических констант некристаллических полупроводников. Край Урбаха. Определение ширины запрещенной зоны в неупорядоченных полупроводникаъ Фотоэлектрические свойства. Квантовый выход. Зависимость фотопроводимости от температуры, длины волны излучения, интенсивности светового потока и электрического поля.

3. Методы управления свойствами неупорядоченных полупроводников

3.1. Управление свойствами неупорядоченных полупроводников

Причины слабой чувствительности свойств неупорядоченных полупроводников к донорным и акцепторным примесям. Легирование гидрогенизированного аморфного кремния. Роль водорода. Зависимость свойств от уровня легирования. Механизм легирования. Химическая модификация свойств плёнок халькогенидных стеклообразных полупроводников. Инверсия знака проводимости в объёмных халькогенидных стеклообразных полупроводниках. Структурная модификация свойств некристаллических полупроводников. Четыре уровня структурной модификации. Модификация свойств на уровне ближнего порядка в расположении атомов. Модификация свойств на уровне среднего порядка. Критерий эффективности структурной модификации. Модификация на уровнях морфологии и подсистемы дефектов. Структурная модификация и стабильность свойств неупорядоченных полупроводников. Химическая модификация атомной структуры неупорядоченных полупроводников.

3.2. Фотоиндуцированные изменения свойств неупорядоченных полупроводников

Фотоструктурные превращения в халькогенидных стеклообразных полупроводниках. Фотоиндуцированные изменения оптических констант и химических свойств халькогенидных стеклообразных стеклообразных полупроводников. Реверсивная и нереверсивная составляющие изменения свойств. Зависимости эффекта от химического состава, длины волны излучения и температуры. Конфигурационная модель эффекта. Фотостимулированное ускорение диффузии металлов в халькогенидные стеклообразные полупроводники. Механизм и разрешающая способность процесса..

3.3. Молекулярные органические полупроводники

Определения. Строение молекул органических материалов. Сопряженные химические связи. Полупроводниковые свойства органических материалов. Перенос заряда в органических полупроводниках..

4. Технологические особенности получения плёнок неупорядоченных полупроводников. Носители оптической информации на основе неупорядоченных полупроводников.

4.1. Технологические особенности получения плёнок неупорядоченных полупроводников.

Технологические особенности получения плёнок халькогенидных стеклообразных полупроводников (ХСП). Методы дискретного испарения, испарения из квазизамкнутого объема, соиспарения, ионно-плазменного распыления. Получение пленок ХСП с заданными химическим составом и атомной структурой. Конструкции установок. Получение плёнок a – Si:H методом разложения силана в плазме тлеющего разряда. Основные проблемы и пути их решения. Виды и конструкции технологических установок. Пленки нанокристаллического гидрогенезированного кремния. Получение плёнок твёрдых растворов на основе a – Si:H. Другие методы получения плёнок a – Si:H (CVD-метод, каталитическое осаждение, ионно-плазменное распыление)..

4.2. Носители оптической информации на основе неупорядоченных полупроводников

Приборы на основе некристаллических полупроводников. Виды устройств для записи и обработки оптической информации на основе неупорядоченных полупроводников. Электрофотографический процесс. Копировальные аппараты и принтеры. Требования и основные характеристики электрофотографических носителей информации. Цветная печать. Пути улучшения характеристик электрофотографического процесса.

Электрорентгенография. Видиконы. Возможности повышения фоточувствительности. Сверхвысокочувствительные видиконы: проблемы и их решения. Фототермопластические носители информации. Носители оптической информации на основе фотоструктурных превращений в ХСП и фотостимулированной диффузии металлов в ХСП. Фото-, электроно- и рентгенорезисты. Носители оптической информации на основе фазовых переходов 1-го рода. Устройство и классификация оптических дисков. Диски с многократной записью информации. Пути и пределы увеличения плотности записи информации. Пути развития..

5. Тонкоплёночные фотоэлектрические преобразователи

5.1. Фотоэлектрические преобразователи на основе неупорядоченных полупроводников

Развитие цивилизации и потребление энергии. Нетрадиционные методы преобразования энергии. Место фотоэлектрики в мире и в России. Тонкопленочные фотоэлектрические преобразователи (ФЭП). ФЭП на основе а – Si:H: особенности конструирования и пути повышения КПД, триплеты. Эффект Стеблера-Вронского. HIT технология фотоэлектрических преобразователей. Фотоэлектрические преобразователи на органических полупроводниках. ФЭП на основе металлорганики со структурой перовскита. Тонкопленочная солнечная энергетика в России.

6. Электронные приборы на основе неупорядоченных полупроводников.

6.1. Тонкопленочные транзисторы на неупорядоченных полупроводниках

Излучающие твердотельные дисплеи. Конструкции и схемы управления. Создание цветного изображения. Тонкоплёночные транзисторы на основе гидрогенизированного аморфного кремния. Конструкции, основные характеристики. Матрицы тонкоплёночных полевых транзисторов на основе а – Si:H. Технологический процесс их изготовления. Жидкокристаллические дисплеи, дисплеи на органических светодиодах, другие области применения. Вертикальный ТПТ, высоковольтный ТПТ..

6.2. Электронные приборы на основе неупорядоченных полупроводников.

Излучающие твердотельные дисплеи. Конструкции и схемы управления. Создание цветного изображения. Тонкоплёночные транзисторы на основе гидрогенизированного аморфного кремния. Конструкции, основные характеристики. Матрицы тонкоплёночных полевых транзисторов на основе а – Si:H. Технологический процесс их изготовления. Жидкокристаллические дисплеи, дисплеи на органических светодиодах, другие области применения. Вертикальный ТПТ, высоковольтный ТПТ..

6.3. Память на фазовых переходах в неупорядоченных полупроводниках.

Эффекты переключения и памяти в халькогенидных стеклообразных полупроводниках. Механизмы порогового и бистабильного переключения. Первое и второе поколения интегральных схем энергонезависимой памяти на фазовых переходах. Анализ конструктивных особенностей первого и второго поколений и их влияние на надёжность хранения информации. Достигнутые характеристики. Многоуровневые элементы. Перспективы и проблемы..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. СПЕКТРАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И ВОЛЬТ-АМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА;

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ ДИСКОВ МЕТОДАМИ ТУННЕЛЬНОЙ И АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ;
3. ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ АМОРФНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультация по материалу раздела
2. Консультация по материалу раздела
3. Консультация по материалу раздела
4. Консультация по материалу раздела

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультация по материалу раздела
2. Консультация по материалу раздела

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
методы исследования и технологические методы изготовления приборов и устройств на основе неупорядоченных полупроводников	ИД-1$_{ПК-1}$				+			Контрольная работа/Контрольная работа №6 Контрольная работа/Контрольная работа №7
методы расчёта и проектирования приборов и устройств на основе неупорядоченных полупроводников	ИД-1$_{ПК-1}$				+	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа №6 Контрольная работа/Контрольная работа №7 Лабораторная работа/Лабораторный практикум 1 Лабораторная работа/Лабораторный практикум 2. Лабораторные работы
физику работы приборов и устройств на основе неупорядоченных полупроводников	ИД-1$_{ПК-1}$				+	+		Контрольная работа/Контрольная работа №6 Контрольная работа/Контрольная работа №7
методы исследования атомной структуры и управления свойствами неупорядоченных полупроводников	ИД-1$_{ПК-1}$	+						Контрольная работа/Контрольная работа № 1
особенности электронной структуры, электрических, оптических и фотоэлектрических свойств неупорядоченных полупроводников	ИД-1$_{ПК-1}$		+	+				Контрольная работа/Контрольная работа №2 Контрольная работа/Контрольная работа №3 Контрольная работа/Контрольная

								работа №4
классификацию приборов и устройств на основе неупорядоченных полупроводников	ИД-1$_{ПК-1}$				+			Контрольная работа/Контрольная работа №5
классификацию твёрдых тел с точки зрения атомной структуры и зонной теории	ИД-1$_{ПК-1}$	+		+				Контрольная работа/Контрольная работа № 1 Контрольная работа/Контрольная работа №4
Уметь:								
аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментальных исследований неупорядоченных полупроводников	ИД-1$_{ПК-1}$		+	+				Контрольная работа/Контрольная работа № 1 Контрольная работа/Контрольная работа №4
собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по неупорядоченным полупроводникам	ИД-1$_{ПК-1}$	+		+				Контрольная работа/Контрольная работа №2 Контрольная работа/Контрольная работа №4
применять методы расчёта и моделирования атомной структуры неупорядоченных полупроводников	ИД-1$_{ПК-1}$	+						Контрольная работа/Контрольная работа №2
применять методы и средства измерений физических свойств неупорядоченных полупроводников	ИД-1$_{ПК-1}$			+				Контрольная работа/Контрольная работа №2

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

8 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа №5 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №6 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №7 (Контрольная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. Лабораторный практикум 1 (Лабораторная работа)
2. Лабораторный практикум 2. Лабораторные работы (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Попов, А. И. Учебное пособие по курсу "Технология полупроводниковых элементов": Кремний и германий в полупроводниковом приборостроении / А. И. Попов, Н. И. Михалев ; Ред. В. А. Филиков ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1989 . – 120 с.;
2. Popov, A. Disordered Semiconductors. Physics and Application / A. Popov . – 2-nd ed . – Singapore : Pan Stanford Publishing, 2018 . – 328 p. - ISBN 978-981-4774-37-6 .;
3. Popov, A. Disordered Semiconductors. Physics and Application / A. Popov . – Singapore : Pan Stanford Publishing, 2011 . – 201 p. - ISBN 978-981-4241-76-2 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows;
2. MathCad;

3. Gwyddion;
4. Libre Office.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. **Научная электронная библиотека** - https://elibrary.ru/
2. **База данных Scopus** - http://www.scopus.com
3. **Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)** - http://elib.mpei.ru/login.php

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	К-102а, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
	К-102, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	К-102а, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
	К-102, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	К-118, Учебная лаборатория физики МДП-структур и приборов на их основе	стол, стул, шкаф, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование для эксперементов, компьютер персональный
	К-112, Центр зондовых и оптических исследований	стол, стол компьютерный, стул, стол письменный, оборудование для эксперементов, оборудование учебное, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	К-102а, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	К-107а, Кабинет сотрудников каф ЭиН	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, многофункциональный центр, компьютер персональный, кондиционер
	К-109/2, Кабинет сотрудников каф. "ЭиН"	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, дипломные и курсовые работы студентов
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-600/1д, Кабинет проектирования "КП"	

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика и технология неупорядоченных полупроводников

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
КМ-3 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
КМ-4 Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Атомная структура неупорядоченных полупроводников					
1.1	Определение и классификация неупорядоченных материалов.		+	+		+
1.2	Атомная структура некристаллических полупроводников		+			
1.3	Результаты структурных исследований неупорядоченных полупроводников.			+		
2	Электронная структура и свойства неупорядоченных полупроводников					
2.1	Электронная структура и дефекты в неупорядоченных полупроводниках.			+	+	+
2.2	Электрофизические, оптические и фотоэлектрические свойства неупорядоченных полупроводников		+			+
3	Методы управления свойствами неупорядоченных полупроводников					
3.1	Управление свойствами неупорядоченных полупроводников			+		
3.2	Фотоиндуцированные изменения свойств неупорядоченных полупроводников		+	+	+	+
3.3	Молекулярные органические полупроводники		+	+		+
		Вес КМ, %:	25	25	25	25

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по дисциплине:

КМ-5 Контрольная работа №5 (Контрольная работа)
КМ-6 Контрольная работа №6 (Контрольная работа)
КМ-7 Контрольная работа №7 (Контрольная работа)
КМ-8 Лабораторный практикум 1 (Лабораторная работа)

КМ-9 Лабораторный практикум 2. Лабораторные работы (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
		Неделя КМ:	4	8	12	13	14
1	Технологические особенности получения плёнок неупорядоченных полупроводников. Носители оптической информации на основе неупорядоченных полупроводников.						
1.1	Технологические особенности получения плёнок неупорядоченных полупроводников.			+	+		
1.2	Носители оптической информации на основе неупорядоченных полупроводников		+	+	+	+	+
2	Тонкоплёночные фотоэлектрические преобразователи						
2.1	Фотоэлектрические преобразователи на основе неупорядоченных полупроводников			+	+	+	+
3	Электронные приборы на основе неупорядоченных полупроводников.						
3.1	Тонкопленочные транзисторы на неупорядоченных полупроводниках			+	+	+	+
3.2	Электронные приборы на основе неупорядоченных полупроводников.			+	+	+	+
3.3	Память на фазовых переходах в неупорядоченных полупроводниках.			+	+	+	+
		Вес КМ, %:	25	25	25	12	13