

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 15:54:11  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736f76e785ca82b8602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
И.Г. Игнатова  
«2» октября 2020 г.  
М.П.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика и химия материалов функциональной электроники»

Направление подготовки - 28.03.03 «Нanomатериалы»  
Направленность (профиль) – «Инженерия наноматериалов»

2020 г.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

**Компетенция ПК-5** «Способен определять механические физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем, оценивать их структуру и фазовый состав, включая стандартные и сертификационные испытания» **сформулирована на основе профессионального стандарта 26.006** «Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов»

**Обобщенная трудовая функция - В [6]** Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов

**Трудовая функция – В/01.6** Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
<b>ПК-5.ФХМФЭ</b> Способен осуществлять анализ научно-технической информации о функциональных материалах	Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.	<b>Знание</b> различных методов определения физико-механических свойств материалов в порошкообразном и компактном состояниях <b>Умение</b> использовать современные информационно-коммуникационные технологии и глобальные информационные ресурсы для поиска информации по заданной группе материалов функциональной электроники <b>Опыт</b> выбора различных методов определения заданных физико-механических свойств материалов в заданном состоянии

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине: изучению модуля предшествует формирование компетенций в дисциплинах «Физика», «Химия» и «Математика».

Формируемые в процессе изучения модуля компетенции в дальнейшем углубляются изучением модулей «Физико-химические основы технологии интегральных микро- и наноструктур» и служат основой для выполнения индивидуального задания практики и выпускной квалификационной работы (ВКР).

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	4	3	108	16	-	16	76	ЗаО

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Лабораторные работы (часы)		
1. Функциональная электроника.	4	2	-	10	Контрольная работа 1
2. Физические явления и эффекты в функциональной электронике.	-	4	-	10	Контрольная работа 2
3. Акусто-электроника.	2	2	-	10	Контрольная работа 3
4. Магнитоэлектроника.	2	-	-	6	Сдача домашнего задания 1
5. Диэлектрики.	2	2	-	12	Сдача домашнего задания 2
6. Оптоэлектроника.	4	2	-	14	Контрольная работа 4
7. Акустооптика.	2	4	-	14	Контрольная работа 5

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Основные направления твердотельной электроники. Функциональная электроника – перспективное направление развития элементной базы электроники. Физические принципы интеграции функциональной электроники.
	2	2	Основные направления и типичные устройства функциональной электроники. Области разработок и применения функциональных устройств. Основные сведения о материалах функциональной электроники.
3	3	2	Механические свойства кристаллов. Деформации. Напряжения. Закон Гука для кристаллов. Модуль Юнга. Упругие волны в кристаллах. Возбуждение и регистрация упругих волн. Акустоэлектроника.
4	4	2	Магнитные свойства кристаллов. Классификация магнитных веществ. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Типы магнитных структур в кристаллах. Ферро-, антиферро- и ферримагнетики. Физические процессы в магнитных материалах и их свойства. Технологии материалов магнитоэлектроники. Запоминающие и логические устройства магнитоэлектроники.
5	5	2	Электрические свойства кристаллов. Поляризация, электропроводность и диэлектрические потери. Физические процессы в диэлектриках и их свойства. Активные диэлектрики. Классификация активных диэлектриков. Пироэлектрические явления. Пьезоэлектрический эффект и электрострикция.
6	6	2	Распространение электромагнитных волн в анизотропных кристаллах. Оптические свойства кристаллов. Двойное лучепреломление. Оптическая индикатриса. Влияние симметрии кристалла. Интегральная оптика. Теория оптических волноводов.
	7	2	Элементы интегральной оптики. Методы изготовления волноводов. Материалы для интегральной оптики. Интегрально-оптические устройства и оптические интегральные схемы для систем передачи и обработки информации. Волоконная оптика. Распространение волн в электрооптических кристаллах. Магнитооптический эффект.
7	8	2	Фотоупругий эффект. Взаимодействие упругих волн со светом. Акустооптические модуляторы. Брэгговская дифракция. Дифракция Рамана-Ната. Поверхностная акустооптика.

## 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Классификация материалов. Полупроводники, диэлектрики, магнитные материалы. Технологии объемных монокристаллов и эпитаксиальных гомо- и гетероструктур.
2	2	2	Симметрия и анизотропия структуры и физических свойств кристаллов. Основы кристаллофизики. Кристаллофизическая система координат. Тензорное описание физических свойств кристаллов.
	3	2	Преобразования осей координат и компонент вектора и тензора. Матричные и тензорные обозначения. Принцип Неймана - влияние симметрии на свойства кристаллов. Материальные и полевые тензоры.
3	4	2	Материалы и технологии акустоэлектроники. Устройства акустоэлектроники на объемных и поверхностных акустических волнах.
5	5	2	Пассивные диэлектрики. Неорганические стекла, ситаллы, керамика. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики – требования, свойства, получение и применение.
6	6	2	Волоконно-оптические линии связи. Электрооптика. Линейный и квадратичный электрооптические эффекты. Влияние симметрии. Материалы электрооптики. Электрооптические устройства.
7	7	2	Материалы и технологии акустооптики. Акустооптические материалы и их влияние на характеристики устройств. Применение акустооптических устройств для обработки сигналов.
	8	2	Термоэлектрические эффекты в кристаллах. Физические основы криоэлектроники. Области применения и современное состояние. Материалы термо- и криоэлектроники.

## 4.3. Лабораторные работы

*Не предусмотрены*

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-7	17	Изучение теоретического материала в объеме лекций
	21	Подготовка к практическим занятиям
	25	Выполнение и подготовка к сдаче домашних заданий 1,2
	13	Подготовка к контрольным работам 1-5

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

*Не предусмотрены*

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов, представленное в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

#### Модули 1-7

- ✓ *Методические указания для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине: «Физика и химия материалов функциональной электроники»*
- ✓ *Курс Лекций*
- ✓ *Презентации Лекций*
- ✓ *Примеры типовых заданий к практическим занятиям*

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Литература

1. Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы: Учеб. пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин; Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: Физматлит, 2010. - 456 с. - ISBN 978-5-9221-1120-1.
2. Нанoeлектроника: теория и практика: Учебник / В.Е. Борисенко, А.И. Воробьева, Е.А. Уткина, А.Л. Данилюк. - 4-е изд., электронное. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 369 с. - (Учебник для высшей школы). - URL: <https://e.lanbook.com/book/84103> (дата обращения: 15.12.2020). - ISBN 978-5-9963-2943-4.
3. Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы. – М.: Физматлит, 2006. - 424 с.- ISBN 5-9221-0679-1.
4. Пасынков В.В. Материалы электронной техники / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. - 367 с.
5. Чупрунов Е.В. Основы кристаллографии: Учеб. для вузов / Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов, М.А. Фаддеев. - М.: Физматлит, 2004. - 500 с. - ISBN 5-94052-060-1.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. **eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека:** сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 10.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. **Российская государственная библиотека:** сайт. – Москва, 1999-2020. – URL: <http://www.rsl.ru> (дата обращения: 10.09.2020).
3. **Академия Google: научная поисковая система:** сайт. – URL: <http://scholar.google.ru> (дата обращения: 10.09.2020).
4. **SCOPUS: библиографическая и реферативная база данных научной периодики:** сайт. – URL: [www.scopus.com](http://www.scopus.com) (дата обращения: 20.09.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение (реализовывается с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС(<http://orioks.miet.ru>).

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: электронная почта, ПО Zoom.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Учебная доска	Не требуется
Учебная аудитория № 4136 «Лаборатория микроскопии»	Проектор Epson EB-G5600, мультимедийный комплекс, компьютер, принтер	ОС Windows MS Office браузер
Помещение для самостоятельной работы	Помещение, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows 7 MS Office 2007/2010, Internet Explorer/Chrome

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-5.ФХМФЭ** «Способен осуществлять анализ научно-технической информации о функциональных материалах».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

В процессе освоения дисциплины студенты самостоятельно готовят и выполняют предусмотренные контрольные задания на проверку усвоения необходимых знаний в форме контрольных работ, на проверку умений и опыта деятельности – в форме защиты (представления) индивидуальных домашних заданий, результат выполнения которых отражается в накопительной балльной системе.

Контроль выполнения студентами индивидуальных практических заданий (подготовка рефератов на заданную тему) проводится на семинарах. Студенты выступают с докладом на семинаре, анализируя различные аспекты освещаемой проблемы, происходит обсуждение информации в формате научной дискуссии.

### 12.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительно-балльная система. Баллами оценивается выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре, активность и посещаемость занятий, ответ на зачете (в сумме 100 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету.

20 баллов, отводимые на зачет, могут быть добавлены как премиальные, если студент в установленный срок выполнил все задания в рамках контрольных мероприятий и набрал минимально необходимое количество баллов.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 70	3
71 – 85	4
86 – 100	5

**Разработчик:**

Доцент Института ПМТ, к.т.н.

 /О.В.Воловликова /

Рабочая программа дисциплины «Физика и химия материалов функциональной электроники» по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы», направленности (профилю) «Инженерия наноматериалов» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института ПМТ 30 сентября 2020 года, протокол № 39.

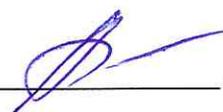
Зам. директора Института  
к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_/А.В. Железнякова/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

  
\_\_\_\_\_/И.М.Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

  
\_\_\_\_\_/Т.П.Филиппова/