

**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 нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Нанотехнология в электронике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01.12</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 113,5 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серебрянников С.С.
	Идентификатор	R7593b58d-SerebriannikSS-1e94810

(подпись)

С.С.  
Серебрянников

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-63938100

(подпись)

Д.С. Холодный

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Славинский А.З.
	Идентификатор	R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214

(подпись)

А.З. Славинский

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Целью изучения дисциплины является формирование у студентов системных знаний процессов и явлений, происходящих в магнитных материалах, использующихся при создании изделий электротехники, энергетики и электроники.

### Задачи дисциплины

- изучение физико-математических моделей, трактующих физические процессы и явления, наблюдаемые в магнитных материалах в зависимости от их состава, структуры, свойств в массивном, пленочном, аморфном и нанокристаллическом состоянии;;
- научить анализировать, рассчитывать и экспериментально исследовать основные физические явления в магнитных материалах при различных внешних воздействиях (электрического и магнитного полей, температуры, и др.);
- научить оценивать параметры магнитных структур инженерными и научными методами с использованием современных информационных технологий;
- Ознакомить со современным методами исследования радиочастотных параметров и магнитных свойств 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-2 Способен участвовать в проведении исследований материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знания методов контроля параметров материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	знать: - материалы, применяемые в электротехнике и радиоэлектронике, их классификацию и маркировку.  уметь: - применять полученную информацию при использовании магнитных элементов в изделиях; - проводить диагностику магнитных материалов, магнитные и диэлектрические свой-ва.
ПК-2 Способен участвовать в проведении исследований материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Обладает знаниями о структуре и физико-химических свойствах материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	знать: - основные источники научно-технической информации по магнитным материалам в электротехнике; - материалы, применяемые в электротехнике и радиоэлектронике, их классификацию и маркировку.  уметь: - теоретически анализировать, рассчитывать и экспериментально исследовать основные физические явления в магнитных материалах при различных внешних воздействиях.
ПК-2 Способен участвовать в проведении исследований материалов электронной техники,	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знания о физических и математических моделях явлений и процессов,	знать: - основные источники научно-технической информации по магнитным материалам в электротехнике.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
микро- и нанoeлектроники	протекающих в материалах электронной техники, микро- и нанoeлектроники	
ПК-3 Способен участвовать в проведении технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Знает базовые технологические процессы изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологию изготовления ферромагнитных сплавов и оксидных ферромагнитных соединений.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать магнитные материалы для изготовления изделий в электротехнике и радиоэлектронике в зависимости от условий работы.</li> </ul>
ПК-3 Способен участвовать в проведении технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Знает об физико-химических основах 9 технологических процессов изготовления материалов электронной техники, микро- и нанoeлектроники	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологию изготовления ферромагнитных сплавов и оксидных ферромагнитных соединений.</li> </ul>

## 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 нанoeлектроника, 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 5 зачетных единиц, 180 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	Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок	24	7	6	2	4	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 14-356 [2], 12-102 [3], 7-131 [4], 14-360 [5], 23-459</p>	
1.1	Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок	24		6	2	4	-	-	-	-	-	12	-		
2	Строение и свойства магнитных материалов	22		4	2	4	-	-	-	-	-	12	-		<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Строение и свойства магнитных материалов"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а</p>
2.1	Строение и свойства магнитных материалов	22		4	2	4	-	-	-	-	-	12	-		

													так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Строение и свойства магнитных материалов" материалу. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Строение и свойства магнитных материалов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 14-356 [2], 12-102 [3], 7-131 [4], 14-360 [5], 23-459
3	Магнитные материалы, применяемые в радиоэлектронике	22	6	2	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Магнитные материалы, применяемые в радиоэлектронике" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 14-356 [2], 12-102 [3], 7-131 [4], 14-360 [5], 23-459
3.1	Магнитные материалы, применяемые в радиоэлектронике	22	6	2	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 14-356 [2], 12-102 [3], 7-131 [4], 14-360 [5], 23-459
4	Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма	30	6	2	2	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма	30	6	2	2	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма"

													<u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u> [1], 14-356 [2], 12-102 [3], 7-131 [4], 14-360 [5], 23-459
5	Ферриты с различной структурой	23	5	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Ферриты с различной структурой"
5.1	Ферриты с различной структурой	23	5	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u> Изучение материала по разделу "Ферриты с различной структурой" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u><b>Подготовка к контрольной работе:</b></u> Изучение материалов по разделу Ферриты с различной структурой и подготовка к контрольной работе <u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Ферриты с различной структурой" материалу. <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u> [1], 14-356 [2], 12-102 [3], 7-131 [4], 14-360 [5], 23-459
6	Диэлектрические свойства ферритов	23	5	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u> Изучение материала по разделу "Диэлектрические свойства ферритов"
6.1	Диэлектрические свойства ферритов	23	5	4	2	-	-	-	-	-	12	-	подготовка к выполнению заданий на

													<p>практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Диэлектрические свойства ферритов" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Диэлектрические свойства ферритов и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Диэлектрические свойства ферритов". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения:</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Диэлектрические свойства ферритов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 14-356 [2], 12-102 [3], 7-131 [4], 14-360 [5], 23-459</p>
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	16	16	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	16	16	2	-	-	-	0.5	113.5		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок

1.1. Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок

Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок.

#### 2. Строение и свойства магнитных материалов

2.1. Строение и свойства магнитных материалов

Строение и свойства магнитных материалов.

#### 3. Магнитные материалы, применяемые в радиоэлектронике

3.1. Магнитные материалы, применяемые в радиоэлектронике

Магнитные материалы, применяемые в радиоэлектронике.

#### 4. Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма

4.1. Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма

Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма.

#### 5. Ферриты с различной структурой

5.1. Ферриты с различной структурой

Ферриты с различной структурой.

#### 6. Диэлектрические свойства ферритов

6.1. Диэлектрические свойства ферритов

Диэлектрические свойства ферритов.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет намагниченности ферритов со структурой магнетоплюмбита;
2. Расчет доменной структуры магнитных материалов. Размеры доменов и величина границ доменов. Стенки Блоха и Нееля. Цилиндрические магнитные домены;
3. Расчет магнитного момента атома. Величина диамагнитной восприимчивости;
4. Результирующего магнитного момента и фактор Ланде многоэлектронного атома.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Технология изготовления керамики, процессы перемешивания, размола и формования;
2. Измерение S-параметров композиционных магнитных материалов, определение ширины полосы рабочих частот;
3. Измерение частотной зависимости магнитной и диэлектрической проницаемости композиционных материалов;
4. Термографический анализ композиционных магнитных материалов и керамических систем.

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Строение и свойства магнитных материалов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Магнитные материалы, применяемые в радиоэлектронике"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Ферриты с различной структурой"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Диэлектрические свойства ферритов"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Строение и свойства магнитных материалов"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Магнитные материалы, применяемые в радиоэлектронике"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Ферриты с различной структурой"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Диэлектрические свойства ферритов"

### 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	
<b>Знать:</b>								
материалы, применяемые в электротехнике и радиоэлектронике, их классификацию и маркировку	ИД-1пк-2	+						Лабораторная работа/"Технология изготовления керамики, процессы перемешивания, размола и формования"
материалы, применяемые в электротехнике и радиоэлектронике, их классификацию и маркировку	ИД-2пк-2	+						Лабораторная работа/"Технология изготовления керамики, процессы перемешивания, размола и формования"
основные источники научно-технической информации по магнитным материалам в электротехнике	ИД-2пк-2				+			Контрольная работа/«Магнитные свойства микрочастиц. Магнитные свойства электрона»
основные источники научно-технической информации по магнитным материалам в электротехнике	ИД-3пк-2				+			Контрольная работа/«Магнитные свойства микрочастиц. Магнитные свойства электрона»
технологии изготовления ферромагнитных сплавов и оксидных ферромагнитных соединений	ИД-1пк-3					+		Лабораторная работа/«Измерение S-параметров композиционных магнитных материалов, определение ширины полосы рабочих частот»
технологии изготовления ферромагнитных сплавов и оксидных ферромагнитных соединений	ИД-2пк-3					+		Лабораторная работа/«Измерение S-параметров композиционных магнитных материалов, определение ширины полосы рабочих частот»
<b>Уметь:</b>								
проводить диагностику магнитных материалов, магнитные и диэлектрические свой-ва	ИД-1пк-2						+	Лабораторная работа/«Измерение частотной зависимости магнитной и диэлектрической проницаемости композиционных материалов»
применять полученную информацию при использовании магнитных элементов в изделиях	ИД-1пк-2				+			Контрольная работа/«Магнитные свойства микрочастиц. Магнитные свойства электрона»
теоретически анализировать, рассчитывать и экспериментально исследовать основные	ИД-2пк-2		+					Лабораторная работа/«Термографический анализ композиционных магнитных материалов и

физические явления в магнитных материалах при различных внешних воздействиях							керамических систем.»
выбирать магнитные материалы для изготовления изделий в электротехнике и радиоэлектронике в зависимости от условий работы	ИД-1пк-3			+			Контрольная работа/«Магнитная анизотропия и кристаллическая структура магнитных материалов»

#### **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. «Магнитная анизотропия и кристаллическая структура магнитных материалов» (Контрольная работа)
2. «Магнитные свойства микрочастиц. Магнитные свойства электрона» (Контрольная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. "Технология изготовления керамики, процессы перемешивания, размола и формования" (Лабораторная работа)
2. «Измерение частотной зависимости магнитной и диэлектрической проницаемости композиционных материалов» (Лабораторная работа)
3. «Измерение S-параметров композиционных магнитных материалов, определение ширины полосы рабочих частот» (Лабораторная работа)
4. «Термографический анализ композиционных магнитных материалов и керамических систем.» (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №7)

стандартные

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники : учебник для вузов по направлениям "Электроника и наноэлектроника", "Конструирование и технология электронных средств" / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева . – 2-е изд., испр. – СПб. : Лань-Пресс, 2016 . – 384 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-2002-5 .;
2. Чепарин, В. П. Учебное пособие по курсу "Полупроводниковые ферромагнетики": Магнитные материалы и их свойства / В. П. Чепарин, А. П. Черкасов ; Ред. Ю. В. Зайцев . – М. : Изд-во МЭИ, 1990 . – 107 с.;
3. Боков, А. Г. Исследование и разработка источников сильных магнитных полей для испытания магнитотвердых материалов : 05.14.07 - Теоретические основы электротехники : Диссертация кандидата технических наук / А. Г. Боков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1976 . – 140 с. - Автореферат есть .;

4. Кравченко, А. Ф. Магнитная электроника / А. Ф. Кравченко ; Отв. ред. И. Г. Неизвестный ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т физики полупроводников . – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002 . – 400 с. - ISBN 5-7692-0485-0 .;

5. А. Б. Борисов, В. В. Киселев- "Квазиодномерные магнитные солитоны", Издательство: "Физматлит", Москва, 2014 - (519 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467704>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Windows Server / Серверная операционная система семейства Linux;
6. GPSS World Student.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-306, Лаборатория квантовой электроники	парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, экран, оборудование специализированное, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-308, Учебная лаборатория синтеза монокристаллов	набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, оборудование специализированное
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-308, Учебная лаборатория синтеза монокристаллов	набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, оборудование специализированное
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	Е-310, Дисплейный класс каф. "ФТЭМК"	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук,

		компьютер персональный, учебно-наглядное пособие
Помещения для консультирования	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-302/1, Склад "ФТЭМК"	стол



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Магнитные материалы

(название дисциплины)

#### 7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 «Магнитные свойства микрочастиц. Магнитные свойства электрона» (Контрольная работа)
- КМ-2 "Технология изготовления керамики, процессы перемешивания, размола и формования" (Лабораторная работа)
- КМ-3 «Магнитная анизотропия и кристаллическая структура магнитных материалов» (Контрольная работа)
- КМ-3 «Измерение S-параметров композиционных магнитных материалов, определение ширины полосы рабочих частот» (Лабораторная работа)
- КМ-5 «Термографический анализ композиционных магнитных материалов и керамических систем.» (Лабораторная работа)
- КМ-6 «Измерение частотной зависимости магнитной и диэлектрической проницаемости композиционных материалов» (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-3	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	3	6	9	12	13	15
1	Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок							
1.1	Технология синтеза поликристаллических магнитных материалов, кристаллов и пленок			+				
2	Строение и свойства магнитных материалов							
2.1	Строение и свойства магнитных материалов						+	
3	Магнитные материалы, применяемые в радиоэлектронике							
3.1	Магнитные материалы, применяемые в радиоэлектронике				+			
4	Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма							
4.1	Магнетизм микрочастиц. Классическая и квантовая теории парамагнетизма		+					
5	Ферриты с различной структурой							
5.1	Ферриты с различной структурой					+		

6	Диэлектрические свойства ферритов						
6.1	Диэлектрические свойства ферритов						+
Вес КМ, %:		15	15	15	15	15	25