

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Полупроводниковые материалы и структуры

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОКСИДНЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ 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</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 4; 2 семестр - 4; всего - 8</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>288 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 64 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 16 часов; всего - 32 часа</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 95,7 часа; 2 семестр - 93,5 часа; всего - 189,2 часа</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>Тестирование</b> <b>Расчетно-графическая работа</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>1 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 2,5 часа; всего - 2,8 часа</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Андреев В.Н.
	Идентификатор	R65784cde-AndreevVN-fa46003e

(подпись)

В.Н. Андреев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810f

(подпись)

Д.С. Холодный

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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:** формирование у студентов системного подхода в изучении оксидных радиоэлектронных материалов для применения в изделиях электроники и нанoeлектроники и системы знаний о физических процессах, происходящих в радиоэлектронных материалах в условиях изготовления и эксплуатации.

### Задачи дисциплины

- изучение параметров оксидных радиоэлектронных материалов для изделий электроники и нанoeлектроники;
- приобретение навыков практического применения методов исследования оксидных радиоэлектронных материалов в проведении научных экспериментов в области электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники;
- формирование опыта использования полученных знаний в процессе проектирования;
- изучение технологических процессов производства оксидных радиоэлектронных 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 проводить и разрабатывать технологические процессы изготовления материалов и изделий микро- и нанoeлектроники с заданными свойствами	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает методы контроля и исследования материалов микро- и нанoeлектроники	знать: - методики экспериментальных исследований оксидных радиоэлектронных материалов.  уметь: - применять методики экспериментальных исследований оксидных радиоэлектронных материалов.
ПК-1 Способен проводить и разрабатывать технологические процессы изготовления материалов и изделий микро- и нанoeлектроники с заданными свойствами	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> 1 Умеет выбирать перспективные материалы микро- и нанoeлектроники	знать: - параметры оксидных радиоэлектронных материалов.  уметь: - проводить исследования параметров оксидных радиоэлектронных материалов.
ПК-1 Способен проводить и разрабатывать технологические процессы изготовления материалов и изделий микро- и нанoeлектроники с заданными свойствами	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Выбирает параметры технологических режимов изготовления материалов микро- и нанoeлектроники	знать: - процессы, протекающие в оксидных радиоэлектронных материалах в условиях изготовления.  уметь: - применять математические модели явлений, протекающих в оксидных радиоэлектронных материалах в процессе изготовления.
ПК-2 Способен проводить исследования материалов и изделий микро- и	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов	знать: - процессы, протекающие в оксидных радиоэлектронных материалах в

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
наноэлектроники	исследования материалов микро- и наноэлектроники	<p>условиях эксплуатации.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять математические модели явлений, протекающих в оксидных радиоэлектронных материалах в процессе эксплуатации.</li> </ul>
ПК-3 способен осуществлять разработку пооперационного маршрута изготовления наноэлектронных изделий в составе проектной группы	ИД-4 <sub>ПК-3</sub> Определение порядка, вида и технологических параметров операций	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технологические процессы производства оксидных радиоэлектронных материалов.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять параметры технологических процессов производства оксидных радиоэлектронных материалов.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Полупроводниковые материалы и структуры (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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 8 зачетных единиц, 288 часа.

№ 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	Классификация оксидных радиоэлектронных материалов. Основные свойства оксидной радиоэлектронной керамики.	32	1	4	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "1 семестр"</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется Расчеты параметров оксидных радиоэлектронных керамических материалов. Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: 1.Расчет плотности и пористости керамических материалов 2.Расчет механической прочности керамических материалов 3. Расчет твердости керамических материалов 4. Расчет теплопроводности керамических материалов 5. Расчет теплоемкости керамических материалов. 6. Расчет электропроводности керамических материалов 7. Расчет диэлектрической проницаемости керамических материалов</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу 1 семестр и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b></p>
1.1	Классификация оксидных радиоэлектронных материалов. Основные свойства оксидной радиоэлектронной керамики.	32		4	-	8	-	-	-	-	-	20	-	

														Изучение материала по разделу "1 семестр" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "1 семестр" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 95-128, 152-169 [2], 95-128
2	Электроизоляционные свойства оксидных радиоэлектронных материалов	32	4	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "это раздел 2 семестр 1" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу это раздел 2 семестр 1 и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "это раздел 2 семестр 1" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "это раздел 2 семестр 1" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 128-145	
2.1	Электроизоляционные свойства оксидных радиоэлектронных материалов	32	4	-	8	-	-	-	-	-	20	-	Изучение материалов по разделу это раздел 2 семестр 1 и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "это раздел 2 семестр 1" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "это раздел 2 семестр 1" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 128-145	
3	Оксидные радиоэлектронные материалы	35	16	-	-	-	-	-	-	-	19	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "это раздел 3 семестр 1" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу это раздел 3 семестр 1 и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "это раздел 3 семестр 1" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение</u></b>	
3.1	Оксидные радиоэлектронные материалы	35	16	-	-	-	-	-	-	-	19	-	Изучение материалов по разделу это раздел 3 семестр 1 и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "это раздел 3 семестр 1" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение</u></b>	

													<b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "это раздел 3 семестр 1" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 297-300, 306-309, 323-324	
4	Исходные материалы для получения оксидных радиоэлектронных материалов	27		8	-	-	-	-	-	-	-	19	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "это раздел 4 семестр 1" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу это раздел 4 семестр 1 и подготовка к контрольной работе
4.1	Исходные материалы для получения оксидных радиоэлектронных материалов	27		8	-	-	-	-	-	-	-	19	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "это раздел 4 семестр 1" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "это раздел 4 семестр 1" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 14-30, 153-211
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>78</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>95.7</b>		
5	Технология получения оксидных радиоэлектронных материалов. Технологический процесс подготовки материала	24	2	8	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "это раздел 1 семестр 2" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу это раздел 1 семестр 2 и подготовка к контрольной работе
5.1	Технология получения оксидных радиоэлектронных материалов. Технологический процесс подготовки	24		8	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "это раздел 1 семестр 2" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "это

	материала.												раздел 1 семестр 2" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 20-88
6	Технологический процесс формования и прессования изделия	44	16	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "это раздел 2 семестр 2"
6.1	Технологический процесс формования и прессования изделия	44	16	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу это раздел 2 семестр 2 и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "это раздел 2 семестр 2" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "это раздел 2 семестр 2" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 98-119
7	Технологический процесс изготовления глазурей	20	4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "это раздел 3 семестр 2"
7.1	Технологический процесс изготовления глазурей	20	4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу это раздел 3 семестр 2 и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "это раздел 3 семестр 2" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "это раздел 3 семестр 2"
8	Технологический процесс спекания	20	4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "это раздел 4 семестр 2"
8.1	Технологический процесс спекания	20	4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Проведение исследований:</u></b> Работа





												<p>домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка доклада, выступления:</u></b> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу это раздел 4 семестр 2 и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания:</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "это раздел 4 семестр 2" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующее оборудование:</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "это раздел 4 семестр 2"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадач по разделу "это раздел 4 семестр 2". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

													упражнения: <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 119-139
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	-	-	2.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		32	-	16	-	-	-	2.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0		32	-	16	-	-	-	2.5		93.5	
	ИТОГО	288.0	-	64	-	32	-	-	-	2.8		189.2	

**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. Классификация оксидных радиоэлектронных материалов. Основные свойства оксидной радиоэлектронной керамики.

1.1. Классификация оксидных радиоэлектронных материалов. Основные свойства оксидной радиоэлектронной керамики.

Основные термины и определения. Классификация оксидных радиоэлектронных материалов по области применения. Основные требования и свойства оксидной радиоэлектронной керамики. Физические, механические, тепловые, химические свойства оксидной радиоэлектронной керамики. Старение и методы защиты керамических изделий..

#### 2. Электроизоляционные свойства оксидных радиоэлектронных материалов

2.1. Электроизоляционные свойства оксидных радиоэлектронных материалов

Электропроводность. Поляризация. Диэлектрические потери. Электрическая прочность. Особенности электромагнитных процессов в оксидных радиоэлектронных материалах. Зависимости электроизоляционных свойств от внешних факторов и влияние строения вещества..

#### 3. Оксидные радиоэлектронные материалы

3.1. Оксидные радиоэлектронные материалы

Виды, состав и свойства электрофарфора, стеатитовой, кордиеритовой, форстеритовой, циркониевой, корундовой, литийсодержащей и цельзиановой керамики. Достоинства и недостатки. Область применения..

#### 4. Исходные материалы для получения оксидных радиоэлектронных материалов

4.1. Исходные материалы для получения оксидных радиоэлектронных материалов

Виды, состав и свойства природных ископаемых материалов. Каолин. Полевой шпат. Кварцевые материалы. Тальк. Сподумен. Цирконосодержащие материалы. Волластонит. Виды, состав и свойства сырьевых материалов искусственного происхождения. Способы получения исходных материалов. Достоинства и недостатки исходных материалов..

#### 5. Технология получения оксидных радиоэлектронных материалов. Технологический процесс подготовки материала

5.1. Технология получения оксидных радиоэлектронных материалов. Технологический процесс подготовки материала.

Основные термины и определения. Схема технологического процесса. Выбор оптимального технологического режима. Определение количества исходных компонентов в шихте для получения требуемой концентрации компонентов. Способы получения мелкодисперсных порошков. Технологические параметры и влияние внешних факторов. Назначение и способы получения гранулированных пресс-порошков..

#### 6. Технологический процесс формования и прессования изделия

6.1. Технологический процесс формования и прессования изделия

Способы формования изделия. Пластическое формование. Литье водных шликеров. Горячее литье под давлением. Технологические параметры исходного сырья. Назначение и виды пластификаторов. Достоинства и недостатки. Влияние внешних факторов. Литье

сложных изделий. Влияние формы и размеров на выбор технологического процесса. Определение технологических режимов. Виды технологического оборудования и исходного сырья. Прессование простых и сложных изделий. Влияние формы и размеров изделия на усилие прессования и качество готового изделия. Определение технологических режимов. Методы улучшения качества прессования. Виды технологического оборудования. Литье сложных изделий. Влияние формы и размеров на выбор технологического процесса. Горячее прессование изделий. Диаграмма технологического процесса. Ударное прессование. Взрывное прессование. Определение технологических режимов. Виды технологического оборудования и исходного сырья..

### 7. Технологический процесс изготовления глазурей

#### 7.1. Технологический процесс изготовления глазурей

Сырье для получения глазури. Состав и свойства глазурей. Место технологической операции глазурования в технологическом процессе и влияние на свойства готового изделия..

### 8. Технологический процесс спекания

#### 8.1. Технологический процесс спекания

Теоретические основы спекания оксидных радиоэлектронных материалов. Действующие силы при спекании. Скорость протекания процесса и влияние различных факторов. Определение параметров технологического процесса спекания. Заключительные операции..

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

1. практическое занятие 2-5 Расчет рационального (минералогического) состава керамического сырья (массы) по его (ее) валовому химическому составу;
2. практическое занятие 2-4 Расчет химического состава керамических масс;
3. практическое занятие 2-3 Пересчет химического состава материала с массовых процентов на молекулярные проценты;
4. практическое занятие 2-2 Пересчет химического состава материала на прокаленное вещество;
5. практическое занятие 2-1 Приведение химического состава исходного материала к 100 %;
6. практическое занятие 1-8 Расчет диэлектрических потерь керамических материалов;
7. практическое занятие 1-7 Расчет диэлектрической проницаемости керамических материалов;
8. практическое занятие 2-8 Определение массы исходного сырья с учетом потерь на прокалывание. Определение размеров готового керамического изделия с учетом усадки. Установление степени чистоты каолина по величине его потерь массы при прокалывании;
9. практическое занятие 2-7 Расчёт параметров глазурей;
10. практическое занятие 2-6 Расчет шихтового состава керамической массы по ее химическому составу;
11. практическое занятие 1-5 Расчет теплоемкости керамических материалов.;
12. практическое занятие 1-4 Расчет теплопроводности керамических материалов;
13. практическое занятие 1-3 Расчет твердости керамических материалов;
14. практическое занятие 1-2 Расчет механической прочности керамических материалов;
15. практическое занятие 1-1 Расчет плотности и пористости керамических материалов;

16. практическое занятие 1-6 Расчет электропроводности керамических материалов.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "1 семестр"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "это раздел 2 семестр 1"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "это раздел 3 семестр 1"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "это раздел 4 семестр 1"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "это раздел 1 семестр 2"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "это раздел 2 семестр 2"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "это раздел 3 семестр 2"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "это раздел 4 семестр 2"

### **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	7	8	
<b>Знать:</b>										
методики экспериментальных исследований оксидных радиоэлектронных материалов	ИД-1ПК-1	+	+							Контрольная работа/КМ-3 Контрольная работа № 1. Экспериментальные исследования оксидных радиоэлектронных керамических материалов
параметры оксидных радиоэлектронных материалов	ИД-2ПК-1	+								Тестирование/КМ-1 Тест № 1. «Оксидные радиоэлектронные керамические материалы»
процессы, протекающие в оксидных радиоэлектронных материалах в условиях изготовления	ИД-4ПК-1				+					Тестирование/КМ-4 Тест № 2. Тема: Сырьевые материалы, используемые в производстве оксидной радиоэлектронной керамики
процессы, протекающие в оксидных радиоэлектронных материалах в условиях эксплуатации	ИД-2ПК-2			+						Расчетно-графическая работа/КМ-2 Расчетное задание №1. «Расчет параметров оксидных радиоэлектронных керамических материалов»
технологические процессы производства оксидных радиоэлектронных материалов	ИД-4ПК-3					+	+	+	+	Тестирование/КМ-5 Тест № 3. Тема: Технология изготовления оксидных радиоэлектронных керамических изделий Контрольная работа/КМ-6 Контрольная работа № 2. Процессы перемешивания и размола Контрольная работа/КМ-7 Контрольная работа № 3. Процессы формования и прессования Контрольная работа/КМ-8 Контрольная работа № 4. Обжиг керамических материалов
<b>Уметь:</b>										
применять методики экспериментальных исследований оксидных радиоэлектронных материалов	ИД-1ПК-1		+							Контрольная работа/КМ-3 Контрольная работа № 1. Экспериментальные исследования оксидных радиоэлектронных керамических материалов

исследований оксидных радиоэлектронных материалов									работа № 1. Экспериментальные исследования оксидных радиоэлектронных керамических материалов	
проводить исследования параметров оксидных радиоэлектронных материалов	ИД-2ПК-1	+							Тестирование/КМ-1 Тест № 1. «Оксидные радиоэлектронные керамические материалы»	
применять математические модели явлений, протекающих в оксидных радиоэлектронных материалах в процессе изготовления	ИД-4ПК-1				+				Тестирование/КМ-4 Тест № 2. Тема: Сырьевые материалы, используемые в производстве оксидной радиоэлектронной керамики	
применять математические модели явлений, протекающих в оксидных радиоэлектронных материалах в процессе эксплуатации	ИД-2ПК-2			+					Расчетно-графическая работа/КМ-2 Расчетное задание №1. «Расчет параметров оксидных радиоэлектронных керамических материалов»	
определять параметры технологических процессов производства оксидных радиоэлектронных материалов	ИД-4ПК-3					+	+	+	+	Тестирование/КМ-5 Тест № 3. Тема: Технология изготовления оксидных радиоэлектронных керамических изделий Контрольная работа/КМ-6 Контрольная работа № 2. Процессы перемешивания и размола Контрольная работа/КМ-7 Контрольная работа № 3. Процессы формования и прессования Контрольная работа/КМ-8 Контрольная работа № 4. Обжиг керамических 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**

###### **1 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-2 Расчетное задание №1. «Расчет параметров оксидных радиоэлектронных керамических материалов» (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Тест № 1. «Оксидные радиоэлектронные керамические материалы» (Тестирование)
2. КМ-3 Контрольная работа № 1. Экспериментальные исследования оксидных радиоэлектронных керамических материалов (Контрольная работа)
3. КМ-4 Тест № 2. Тема: Сырьевые материалы, используемые в производстве оксидной радиоэлектронной керамики (Тестирование)

###### **2 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-5 Тест № 3. Тема: Технология изготовления оксидных радиоэлектронных керамических изделий (Тестирование)
2. КМ-6 Контрольная работа № 2. Процессы перемешивания и размола (Контрольная работа)
3. КМ-7 Контрольная работа № 3. Процессы формования и прессования (Контрольная работа)
4. КМ-8 Контрольная работа № 4. Обжиг керамических материалов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №1)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

*Экзамен (Семестр №2)*

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

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Кащеев И. Д., Земляной К. Г. - "Производство огнеупоров", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2018 - (344 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/100924>;
2. А. М. Салахов, Р. А. Салахова- "Керамика: исследование сырья, структура, свойства", Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ)", Казань, 2013 - (316 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270283>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Майнд Видеоконференции;
4. GPSS World Student.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
4. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
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-316, Лаборатория каф. "ФТЭМК"	стол, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное, компьютер персональный, принтер
	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-310а, Кабинет сотрудников каф. "ФТЭМК"	кресло рабочее, стеллаж для хранения книг, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол

		письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, сервер, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ОПЛФ-14, Склад	шкаф для хранения инвентаря

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Оксидные радиоэлектронные материалы

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 КМ-1 Тест № 1. «Оксидные радиоэлектронные керамические материалы» (Тестирование)  
 КМ-2 КМ-2 Расчетное задание №1. «Расчет параметров оксидных радиоэлектронных керамических материалов» (Расчетно-графическая работа)  
 КМ-3 КМ-3 Контрольная работа № 1. Экспериментальные исследования оксидных радиоэлектронных керамических материалов (Контрольная работа)  
 КМ-4 КМ-4 Тест № 2. Тема: Сырьевые материалы, используемые в производстве оксидной радиоэлектронной керамики (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Классификация оксидных радиоэлектронных материалов. Основные свойства оксидной радиоэлектронной керамики.					
1.1	Классификация оксидных радиоэлектронных материалов. Основные свойства оксидной радиоэлектронной керамики.		+		+	
2	Электроизоляционные свойства оксидных радиоэлектронных материалов					
2.1	Электроизоляционные свойства оксидных радиоэлектронных материалов				+	
3	Оксидные радиоэлектронные материалы					
3.1	Оксидные радиоэлектронные материалы			+		
4	Исходные материалы для получения оксидных радиоэлектронных материалов					
4.1	Исходные материалы для получения оксидных радиоэлектронных материалов					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

#### 2 семестр

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

- КМ-5 КМ-5 Тест № 3. Тема: Технология изготовления оксидных радиоэлектронных керамических изделий (Тестирование)  
 КМ-6 КМ-6 Контрольная работа № 2. Процессы перемешивания и размол (Контрольная работа)  
 КМ-7 КМ-7 Контрольная работа № 3. Процессы формования и прессования (Контрольная работа)

КМ-8 КМ-8 Контрольная работа № 4. Обжиг керамических материалов (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Технология получения оксидных радиоэлектронных материалов. Технологический процесс подготовки материала					
1.1	Технология получения оксидных радиоэлектронных материалов. Технологический процесс подготовки материала.		+	+	+	+
2	Технологический процесс формования и прессования изделия					
2.1	Технологический процесс формования и прессования изделия		+	+	+	+
3	Технологический процесс изготовления глазурей					
3.1	Технологический процесс изготовления глазурей		+	+	+	+
4	Технологический процесс спекания					
4.1	Технологический процесс спекания		+	+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25