



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Электротехнические и конструкционные материалы зданий и сооружений

направление подготовки/специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

Форма обучения заочная

Санкт-Петербург, 2023

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины «Электротехнические и конструкционные материалы зданий и сооружений» является приобретение студентами теоретических и практических знаний и навыков в области конкретных материалов, используемых в электроэнергетике, узлах и агрегатах электротехнических устройств, системах управления электроаппаратами, информационными и технологическими приборами и устройствами, измерительными комплексами и т.п. Эти знания должны быть ориентированы на самостоятельную инженерную, исследовательскую, управленческую и организационную деятельность в сфере строительства и транспорта.

Задачей освоения дисциплины является привитие студенту определенного, предусмотренного государственным стандартом и учебной программой, комплекса знаний и умений в области электрического и конструкционного материаловедения, позволяющих ему решать практические и исследовательские задачи, связанные с проектированием аппаратов, выбором материала, испытанием и эксплуатацией.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	<b>знает</b> свойства основных электротехнических и конструкционных материалов <b>умеет</b> применять методы теоретического и экспериментального исследования электротехнических и конструкционных материалов при решении профессиональных задач <b>владеет</b> навыками работы со справочной документацией; навыками, позволяющими применять соответствующие методы теоретических и экспериментальных исследований при решении профессиональных задач в области использования электротехнических и конструкционных материалов
ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	<b>знает</b> методы теоретического и экспериментального определения параметров электротехнических и конструкционных материалов <b>умеет</b> решать задачи выбора электротехнических и конструкционных материалов в электротехнических устройствах <b>владеет</b> навыками расчетов и измерений электрических и конструкционных характеристик материалов

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.18 основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	История электроэнергетики	

История электроэнергетики

знать:

основные этапы и закономерности исторического развития электроэнергетики и материалов, используемых в этой области

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Электроника	
2	Нетрадиционные источники электроэнергии сооружений	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Курс	
			1	2
<b>Контактная работа</b>	20		8	12
Лекционные занятия (Лек)	12	0	8	4
Практические занятия (Пр)	8	0		8
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,85		0,8	1,05
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,8		0,4	0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,8		0,4	0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25			0,25
<b>Часы на контроль</b>	12,75		4	8,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	181,4		59,2	122,2
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	216		72	144
<b>зачетные единицы:</b>	6		2	4

### 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Курс	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Общие сведения о строении вещества										
1.1.	Предмет дисциплины "Электротехнические и конструкционные материалы зданий и сооружений"	1	2					15	17	ОПК-5.1, ОПК-5.2	
1.2.	Общие сведения о строении вещества	1	2					15	17	ОПК-5.1, ОПК-5.2	
1.3.	Агрегатное состояние материалов	1	2					14	16	ОПК-5.1, ОПК-5.2	
1.4.	Элементы квантовой и зонной теории	1	2					15,2	17,2	ОПК-5.1, ОПК-5.2	
2.	2 раздел. Иная контактная работа										
2.1.	Иная контактная работа	1							0,8	ОПК-5.1, ОПК-5.2	
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	Зачет	1							4	ОПК-5.1, ОПК-5.2	
4.	4 раздел. Полупроводники										
4.1.	Классификация полупроводников. Свойства полупроводников	2	0,5					3	3,5	ОПК-5.1, ОПК-5.2	
4.2.	Примеры полупроводниковых материалов и их характеристики. p-n-переход	2	1					6,2	7,2	ОПК-5.1, ОПК-5.2	
4.3.	Эксплуатация полупроводниковых материалов в приборах при экстремальных температурах	2	1					3	4	ОПК-5.1, ОПК-5.2	
4.4.	Снятие вольтамперных характеристик полупроводниковых нелинейных элементов на постоянном токе	2			6,5			6	12,5	ОПК-5.1, ОПК-5.2	
5.	5 раздел. МДП-структуры (металл-диэлектрик-полупроводник)										
5.1.	Физика поверхности и МДП-структуры	2	0,5					3	3,5	ОПК-5.1, ОПК-5.2	

5.2.	Емкость МДП структур. Флуктуации поверхностного потенциала в МДП-структурах	2	0,5					3	3,5	ОПК-5.1, ОПК-5.2
5.3.	МДП-структуры в полевых транзисторах	2						3	3	ОПК-5.1, ОПК-5.2
5.4.	Микро- и наноминиатюризация МДП-структур	2						3	3	ОПК-5.1, ОПК-5.2
6.	6 раздел. Диэлектрики									
6.1.	Классификация диэлектриков. Свойства диэлектриков	2		0,5				31	31,5	ОПК-5.1, ОПК-5.2
6.2.	Органические и неорганические диэлектрики. Композитные материалы	2	0,5					4	4,5	ОПК-5.1, ОПК-5.2
6.3.	Применение диэлектриков в конденсаторах. Активные диэлектрики	2						4	4	ОПК-5.1, ОПК-5.2
7.	7 раздел. Проводники									
7.1.	Классификация проводников. Свойства проводников	2						15	15	ОПК-5.1, ОПК-5.2
7.2.	Проводники 1-го рода. Контакты	2		1				19	20	ОПК-5.1, ОПК-5.2
8.	8 раздел. Магнитные материалы									
8.1.	Классификация материалов по магнитным свойствам	2						5	5	ОПК-5.1, ОПК-5.2
8.2.	Магнитные материалы спецназначения	2						8	8	ОПК-5.1, ОПК-5.2
8.3.	Гальваномагнитные явления в диамагнитных и магнитоупорядоченных средах	2						6	6	ОПК-5.1, ОПК-5.2
9.	9 раздел. Иная контактная работа									
9.1.	Иная контактная работа	2							0,8	ОПК-5.1, ОПК-5.2
10.	10 раздел. Контроль									
10.1	Экзамен	2							9	ОПК-5.1, ОПК-5.2

#### 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Предмет дисциплины "Электротехнические и конструкционные материалы зданий и сооружений"	Предмет дисциплины "Электротехнические и конструкционные материалы зданий и сооружений" Электроматериаловедение. Электротехнические материалы. Конструкционные материалы. Материалы специального назначения. Классификация материалов по поведению в электрическом и магнитном полях. Структура разделов дисциплины.

2	Общие сведения о строении вещества	Общие сведения о строении вещества Строение вещества. Виды взаимодействий между элементарными частицами. Виды межатомных и межмолекулярных связей.
3	Агрегатное состояние материалов	Агрегатное состояние материалов Агрегатное состояние материалов: газы, жидкости, твердые тела. Кристаллические, аморфные и аморфно-кристаллические твердые тела. Плазма.
4	Элементы квантовой и зонной теории	Элементы квантовой и зонной теории твёрдого тела Дискретные уровни энергии электрона в атоме. Расщепление уровней энергии. Обобществление электронов в кристалле. Принцип Паули. Элементы зонной теории твердого тела.
7	Классификация полупроводников. Свойства полупроводников	Классификация полупроводников. свойства полупроводников
8	Примеры полупроводниковых материалов и их характеристики. p-n-переход	Примеры полупроводниковых материалов и их характеристики. p-n-переход Германий. Кремний. Селен. Карбид кремния. Электропроводность полупроводника. Влияние деформации на электропроводность полупроводников. Воздействие света на электропроводность полупроводников. Влияние сильных электрических полей на электропроводность полупроводников. Влияние магнитных полей на электропроводность полупроводников. p-n-переход. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) p-n-перехода. Пробой p-n-перехода. Устройства на базе полупроводниковых материалов.
9	Эксплуатация полупроводниковых материалов в приборах при экстремальных температурах	Эксплуатация полупроводниковых материалов в приборах при экстремальных температурах Полупроводниковые материалы для высокотемпературной электроники. Твердотельные приборы на SiC. Твердотельные приборы на GaN.
11	Физика поверхности и МДП-структуры	Физика поверхности и МДП-структуры Область пространственного заряда (ОПЗ) в равновесных условиях эмиссии. Поверхностные состояния. Вольт-фарадные характеристики структур МДП.
12	Емкость МДП структур. Флуктуации поверхностного потенциала в МДП-структурах	Емкость МДП структур. Флуктуации поверхностного потенциала в МДП-структурах Емкость МДП-структур. Экспериментальные методы измерения вольт-фарадных характеристик. Определение параметров МДП-структур на основе анализа вольт-фарадных характеристик. Флуктуации поверхностного потенциала в МДП-структурах. Потенциал, создаваемый зарядом, находящимся на границе двух сред с экранировкой. Потенциальный рельеф в МДП-структуре при дискретности элементарного заряда. Функция распределения потенциала при статистических флуктуациях. Зависимость величины среднеквадратичной флуктуации от параметров МДП-структуры. Пространственный масштаб статистических флуктуаций.
16	Органические и неорганические диэлектрики. Композитные материалы	Органические и неорганические диэлектрики. Композитные материалы Пассивные диэлектрики. Органические диэлектрики (полимеры). Классификация полимеров. Линейные (термопластичные) полимеры. Неполлярные линейные полимеры. Фторорганические полимеры. Полярные линейные полимеры. Гетероцепные полимеры. Композиционные материалы. Классификация композиционных

		материалов. Композиционные материалы с неметаллической матрицей. Неорганические диэлектрики. Стекла. Электрические свойства стекол. Ситаллы, керамика.
--	--	--

### 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
10	Снятие вольтамперных характеристик полупроводниковых нелинейных элементов на постоянном токе	Снятие вольтамперных характеристик стабилитрона, полупроводникового диода, n-p-n транзистора при трёх значениях тока базы Снять экспериментально и построить графики вольтамперных характеристик стабилитрона, полупроводникового диода, n-p-n транзистора при трёх значениях тока базы.
10	Снятие вольтамперных характеристик полупроводниковых нелинейных элементов на постоянном токе	Исследование свойств полупроводниковых материалов Исследовать характеристики полупроводниковых приборов; освоить методику определения параметров терморезисторов, варисторов и диодов.
15	Классификация диэлектриков. Свойства диэлектриков	Исследование электрической прочности диэлектриков Ознакомление с основными представлениями о пробое и с методикой экспериментального определения электрической прочности газообразных, жидких и твёрдых диэлектриков.
19	Проводники 1-го рода. Контакты	Определение электрического сопротивления проводников аналоговым и цифровым мультиметрами Ознакомление с методами определения электрического сопротивления резисторов из проводниковых материалов с помощью аналоговых и цифровых мультиметров.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Предмет дисциплины "Электротехнические и конструкционные материалы зданий и сооружений"	Предмет дисциплины "Электротехнические и конструкционные материалы зданий и сооружений" Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
2	Общие сведения о строении вещества	Общие сведения о строении вещества Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
3	Агрегатное состояние материалов	Агрегатное состояние материалов Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
4	Элементы квантовой и зонной теории	Элементы квантовой и зонной теории твёрдого тела Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
7	Классификация полупроводников.	Классификация полупроводников. Свойства полупроводников

	Свойства полупроводников	Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
8	Примеры полупроводниковых материалов и их характеристики. р-п-переход	Примеры полупроводниковых материалов и их характеристики. р-п-переход Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
8	Примеры полупроводниковых материалов и их характеристики. р-п-переход	Исследование свойств полупроводниковых материалов на примере терморезистора (термистора) Подготовка к контрольной работе. Выполнение контрольной работы. Доработка и исправление контрольной работы при необходимости.
9	Эксплуатация полупроводниковых материалов в приборах при экстремальных температурах	Эксплуатация полупроводниковых материалов в приборах при экстремальных температурах Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
10	Снятие вольтамперных характеристик нелинейных элементов на постоянном токе	Снятие вольтамперных характеристик стабилитрона, полупроводникового диода, п-р-п транзистора при трёх значениях тока базы Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
10	Снятие вольтамперных характеристик нелинейных элементов на постоянном токе	Исследование свойств полупроводниковых материалов Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
11	Физика поверхности и МДП-структуры	Физика поверхности и МДП-структуры Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
12	Емкость МДП структур. Флуктуации поверхностного потенциала в МДП-структурах	Емкость МДП структур. Флуктуации поверхностного потенциала в МДП-структурах Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
13	МДП-структуры в полевых транзисторах	МДП-структуры в полевых транзисторах Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
14	Микро- и наноминитюаризация МДП-структур	Микро- и наноминитюаризация МДП-структур Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к зачету по данной теме.
15	Классификация диэлектриков. Свойства диэлектриков	Классификация диэлектриков. Свойства диэлектриков Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.

15	Классификация диэлектриков. Свойства диэлектриков	Исследование электропроводности диэлектриков Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
15	Классификация диэлектриков. Свойства диэлектриков	Исследование диэлектрических потерь и ёмкости диэлектрических материалов Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
15	Классификация диэлектриков. Свойства диэлектриков	Исследование электрической прочности диэлектриков Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
16	Органические и неорганические диэлектрики. Композитные материалы	Органические и неорганические диэлектрики. Композитные материалы Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
17	Применение диэлектриков в конденсаторах. Активные диэлектрики	Применение диэлектриков в конденсаторах. Активные диэлектрики Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
18	Классификация проводников. Свойства проводников	Классификация проводников. Свойства проводников Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
19	Проводники 1-го рода. Контакты	Проводники 1-го рода. Контакты Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
19	Проводники 1-го рода. Контакты	Снятие вольтамперной характеристики вольфрамовой нити лампы накаливания Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
19	Проводники 1-го рода. Контакты	Определение электрического сопротивления проводников аналоговым и цифровым мультиметрами Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
20	Классификация материалов по магнитным свойствам	Классификация материалов по магнитным свойствам Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
20	Классификация материалов по магнитным свойствам	Исследование магнитной цепи на переменном токе Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к практической работе. Оформление отчета. Доработка и исправление отчета по практической работе при необходимости.
21	Магнитные материалы спецназначения	Магнитные материалы спецназначения Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.

22	Гальваномагнитные явления в диамагнитных и магнитоупорядоченных средах	Гальваномагнитные явления в диамагнитных и магнитоупорядоченных средах Изучение лекционного и дополнительного материала. Подготовка к тестированию. Самостоятельное прохождение теста. Подготовка к экзамену по данной теме.
----	--	---

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету и экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется в рамках выполнения практических заданий, решения тестов, других форм, предусмотренных РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД для студентов очной формы обучения.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на тестовые вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины являются зачет (1 курс) и экзамен (2 курс). Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия – тестирование. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Предмет дисциплины "Электротехнические и конструкционные материалы зданий и сооружений"	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
2	Общие сведения о строении вещества	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
3	Агрегатное состояние материалов	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
4	Элементы квантовой и зонной теории	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
5	Иная контактная работа	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Контрольная работа.
6	Зачет	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование.

			Вопросы к промежуточной аттестации.
7	Классификация полупроводников. Свойства полупроводников	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
8	Примеры полупроводниковых материалов и их характеристики. p-n-переход	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle. Контрольная работа.
9	Эксплуатация полупроводниковых материалов в приборах при экстремальных температурах	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
10	Снятие вольтамперных характеристик полупроводниковых нелинейных элементов на постоянном токе	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Практическая работа
11	Физика поверхности и МДП-структуры	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
12	Емкость МДП структур. Флуктуации поверхностного потенциала в МДП-структурах	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
13	МДП-структуры в полевых транзисторах	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
14	Микро- и наноминиатюризация МДП-структур	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
15	Классификация диэлектриков. Свойства диэлектриков	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle. Практические работы.
16	Органические и неорганические диэлектрики. Композитные материалы	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
17	Применение диэлектриков в конденсаторах. Активные диэлектрики	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
18	Классификация проводников. Свойства проводников	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
19	Проводники 1-го рода. Контакты	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle. Практические работы.
20	Классификация материалов по магнитным свойствам	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle. Практические работы. Контрольная работа.
21	Магнитные материалы спецназначения	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
22	Гальваномагнитные явления в диамагнитных и магнитоупорядоченных средах	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование на ПК с помощью Moodle.
23	Иная контактная работа	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Контрольная работа.
24	Экзамен	ОПК-5.1, ОПК-5.2	Тестирование. Вопросы к промежуточной аттестации.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ОПК-5.1, ОПК-5.2.

Контрольные задания по дисциплине размещены в Moodle по адресу:

<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3224>

Контрольная работа №1. Исследование свойств полупроводниковых материалов на примере терморезистора (термистора)

Снять вольтамперную характеристику термистора.

Определить температурную зависимость сопротивления термистора и вычислить его параметры.

Рассчитать температурный коэффициент сопротивления (ТКС).

Определить работу переброса электрона в незаполненную зону.

Рассчитать коэффициент рассеяния.

Рассчитать коэффициент энергетической чувствительности.

Построить график зависимости  $I(U)$  для термистора.

Построить графики зависимостей  $RT(T)$  и  $\ln\gamma(1/T)$ .

Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольная работа №2. Исследование свойств магнитных материалов

Освоить методики исследования магнитных свойств и экспериментальное определение некоторых магнитных характеристик ферромагнитных материалов.

Выбрать образец материала и частоту генератора в соответствии с вариантом.

Построить основную кривую намагничивания.

Рассчитать значение магнитной индукции  $B$ .

Рассчитать напряженность магнитного поля  $H$ .

Снять петлю гистерезиса.

Построить графики зависимостей  $B = f(H)$ ;  $\mu_r = f(H)$ .

Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Ответить на контрольные вопросы.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ОПК-5.1, ОПК-5.2.

Вопросы с рисунками и указанием числа вопросов по каждой теме в экзаменационном тесте размещены в Moodle: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3224>

Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся.

Введение в электроматериаловедение

1. Расположите фундаментальные взаимодействия по мере возрастания их силы.
2. Что такое ион?
3. Что такое атом? (выберите наиболее точное определение)
4. Из чего состоит ядро атома?
5. Что определяет число нейтронов в атоме элемента?
6. Какие фундаментальные частицы участвуют в сильном взаимодействии?
7. Что такое глюон?
8. В чем проявляется слабое взаимодействие?
9. Какие электроны называются валентными?

10. Молекула – это частица... (выберите верные варианты ответов)
11. Какие молекулы называют неполярными?
12. Какие молекулы называют полярными?
13. Какими свойствами обладают вещества с ковалентными связями?
14. Какие материалы относятся к веществам с атомными связями?
15. Что такое химическая инертность материала?
16. Какие вещества относятся к химически инертным?
17. В результате чего образуются молекулярные связи?
18. Какими свойствами обладают вещества с молекулярными связями?
19. К каким типам связей относится водородная связь?
20. Как называется переход из твёрдого состояния в газообразное, минуя жидкое?
21. От чего зависит агрегатное состояние вещества?
22. В каком агрегатном состоянии свободные электроны и ионы находятся в равновесии?
23. Какое агрегатное состояние характеризуется слабым взаимодействием отдельных молекул и хаотическим их движением?
24. Какие свойства присущи газам?
25. Какие свойства присущи жидкостям?
26. Как называется газообразное состояние вещества в условиях, когда возможно существование устойчивой жидкой или твёрдой фазы этого же вещества?
27. Когда плотность газа одинакова в любой точке?
28. Как называется свойство одинаковости физических свойств вещества во всех направлениях?
29. Какое агрегатное состояние характеризуется способностью вещества сохранять объем, но не форму?
30. Выберите верные утверждения, касающиеся жидких кристаллов.
31. Назовите агрегатные состояния, характеризующиеся способностью вещества сохранять объем.
32. Как влияет снижение давления на температуру фазового перехода в твердое состояние?
33. Какие вещества называются аморфными?
34. Что характерно для кристаллических веществ?
35. Что располагается в узлах ковалентных кристаллических решеток?
36. Что располагается в узлах металлических кристаллических решеток?
37. Что такое ситалл?

#### Диэлектрики

1. Как называется внезапная потеря электроизоляционной способности диэлектрика под действием внешнего электрического поля?
2. Как называется мощность, рассеиваемая в диэлектрике при воздействии на него электрического поля и вызывающая нагрев диэлектрика?
3. Что такое поляризация диэлектрика в электрическом поле?
4. Каким параметром определяется поляризуемость диэлектриков?
5. Какое значение принимает относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$  полярных диэлектриков?
6. Для каких диэлектриков зависимость заряда  $Q$  на поверхности от приложенного напряжения  $U$  представляется в виде петли гистерезиса?
7. Укажите энергетическую диаграмму, принадлежащую диэлектрику.
8. Какой из параметров определяет электрическую прочность диэлектриков?
9. Укажите схему замещения реального диэлектрика.
10. Какой пробой характерен для твердых диэлектриков с большими диэлектрическими потерями?
11. Укажите значение удельного электрического сопротивления качественных диэлектриков.
12. Какой вид пробоя характерен для газообразных диэлектриков и пористых твердых диэлектриков?
13. Отношение каких величин представляет собой относительная диэлектрическая

проницаемость?

14. Поляризации какого вида происходят практически мгновенно?

15. Какие процессы в диэлектриках характеризует относительная диэлектрическая проницаемость?

16. Что происходит с электропроводностью диэлектрика с увеличением температуры?

17. Какой вид электропроводности есть во всех диэлектриках и считается основным?

18. Выберите единицы измерения удельного объемного сопротивления.

19. Выберите единицы измерения удельного поверхностного сопротивления.

20. Как изменяется абсорбционный ток в диэлектрике в результате поляризации?

21. Как изменяется сквозной ток в диэлектрике в результате поляризации?

22. Выберите обозначение, применяемое для определения показателя диэлектрических потерь.

23. Чему равен угол диэлектрических потерь для идеального диэлектрика?

24. Чему равен тангенс угла диэлектрических потерь для идеального диэлектрика?

25. Какие единицы измерения имеет электрическая прочность диэлектриков Епр?

26. Какие диэлектрики являются неполярными термопластичными?

27. Какие из линейных полимеров являются полярными?

28. Как называется композитный материал в виде слоистого пластика на основе смолы с бумажным наполнителем?

29. Каким диэлектрикам присуща доменная структура?

30. Полимеры – это ... (выберите верные утверждения).

31. Что такое полимеризация?

32. Какие свойства присущи линейным полимерам?

33. Какие свойства присущи пространственным полимерам?

34. Термопластичные материалы – это... (выберите верное и наиболее точное определение).

35. Что такое термореактивность?

36. Композиты – это... (выберите верные утверждения)

37. Какие материалы относятся к неорганическим диэлектрикам?

38. Ситаллы (выберите верные утверждения).

39. Стекла (выберите верные утверждения).

40. Керамические материалы (выберите верные утверждения).

41. Конденсатор (выберите верные утверждения).

42. Какая часть конструкции конденсатора изображена на рисунке?

43. Для чего создаются многосекционные конденсаторы, состоящие из нескольких чередующихся обкладок и изоляторов?

44. Какое устройство изображено на рисунке?

45. Расположите конденсаторы в порядке роста диэлектрических потерь.

46. Сегнетоэлектрики (выберите верные утверждения).

47. Пьезоэлектрики (выберите верные утверждения).

48. Пироэлектрики (выберите верные утверждения).

49. Из-за чего возникает сквозной ток в диэлектрике?

50. Из-за чего возникает абсорбционный ток в диэлектрике?

51. На рис. представлены зависимости поверхностной проводимости гидрофобных и гидрофильных диэлектриков от влажности. Какая кривая соответствует гидрофильным диэлектрикам, а какая – гидрофобным?

52. Электропроводность диэлектрика подчиняется закону Ома и закону Пуля при следующих условиях ... (выберите верные утверждения).

Проводники

1. Выберите верные утверждения о проводниках.

2. Выберите верное определение проводников 1-го рода.

3. Выберите верное определение проводников 2-го рода

4. Сверхпроводники – это... (выберите верное и наиболее полное определение).

5. Какие материалы относятся к проводникам 1-го рода?

6. Какие материалы относятся к сверхпроводникам?

7. Выберите проводники с высоким удельным электрическим сопротивлением.
8. Для изготовления чего используются неметаллические проводники?
9. Какие преимущества меди позволяют широко применять ее в качестве проводникового материала?
10. Какие недостатки алюминия ограничивают его применение в качестве проводникового материала?
11. Чем обусловлена высокая электропроводность проводников 1-го рода?
12. В чем состоит одно из отличий сверхпроводников 1-го и 2-го рода?
13. Выберите материалы с высокой электропроводностью.
14. Удельное электрическое сопротивление хороших проводников 1-го рода имеет порядок (значение).
15. Каким выражением представлен температурный коэффициент удельного сопротивления  $\alpha_r$  чистых проводников 1-го рода?
16. Что произойдет с удельным сопротивлением сплава, если ввести в чистый проводник 1-го рода металл с меньшим удельным сопротивлением?
17. Что произойдет с электропроводностью при искажении кристаллической решетки проводника 1-го рода?
18. Какой из параметров, входящих в формулу электропроводимости ( $\gamma$ ), изменится при искажении правильной кристаллической решетки чистого металла?
19. При каких, примерно, температурах в металлах может наблюдаться явление сверхпроводимости?
20. Какой из приведенных проводников 1-го рода обладает бОльшим электрическим сопротивлением?
21. Какой из приведенных проводников 1-го рода обладает самой высокой электропроводностью?
22. Энергетическая диаграмма проводника 1-го рода представлена на рисунке...
23. Какая из зависимостей  $R = f(T)$  принадлежит сверхпроводнику 2-го рода?
24. Какие факторы способствуют появлению состояния сверхпроводимости проводника?
25. Криопроводники – это... (выберите верные варианты ответов).
26. Алюминиевые провода можно соединять (найдите ошибочное утверждение).
27. Выберите верные утверждения о проводниках.
28. Почему возникает электрическое сопротивление в реальных металлах?
29. Какой характер имеет зависимость напряжения от тока при нормальных температурах?
30. Какое значение имеет удельное сопротивление проводников высокой электропроводимости?
31. Латунь – это сплавы меди с чем?
32. Бронзы – это сплавы чего с чем?
33. Какие свойства приобретает проводник в состоянии сверхпроводимости?
34. Какие значения может принимать удельное сопротивление проводников высокого сопротивления?
35. Какие вещества относятся к проводникам высокого сопротивления?
36. Какие материалы применяются для работы при очень высоких температурах?
37. Для чего могут использоваться контактолы?
38. Почему может нарушаться прохождение электрического тока в месте контакта проводников?
39. К каким типам контактов относятся цельнометаллические контакты?
40. Выберите изображения с зажимными контактами
41. Какие виды припоев относятся к мягким?
42. Какой тип контакта изображен на рисунке (между коллектором и щеткой)?
43. Чему равна термоэлектрическая способность пары?
44. Какие сплавы используются для изготовления термопар?

#### Полупроводники

1. На каком из рисунков изображена энергетическая диаграмма полупроводника с донорной примесью?

2. На каком из рисунков изображена энергетическая диаграмма полупроводника с акцепторной примесью?
3. Какой вид имеет формула удельной электропроводности для собственного полупроводника без примесей?
4. По какому закону изменяется электропроводность полупроводников с увеличением температуры?
5. При соприкосновении двух полупроводников разного типа проводимости (n и p) на границе образуется n-p переход. Как в месте контакта (n-p) распределены заряды?
6. Температурный коэффициент сопротивления полупроводников – ТКР представлен выражением...
7. Как ведет себя сопротивление полупроводника – терморезистора с увеличением температуры?
8. Выберите из списка полупроводниковые приборы и устройства.
9. Собственный полупроводник – это ... (выберите верные варианты).
10. Полупроводник с донорной примесью ... (выберите верные варианты).
11. Полупроводник с акцепторной примесью ... (выберите верные варианты).
12. Выберите утверждения, верные для полупроводников.
13. Какие элементы и материалы из перечисленных относятся к полупроводникам?
14. В каком случае в полупроводнике возникает примесная проводимость p-типа?
15. В каком случае в полупроводнике возникает примесная проводимость n-типа?
16. Укажите случай, в котором p-n переход открыт:
17. p-n переход (выберите верные утверждения).
18. Примесная электропроводность полупроводников - это ...
19. Донорные примеси - это ...
20. Акцепторные примеси - это ...
21. Какими носителями электрического заряда создается ток в полупроводниках?
22. Каким типом проводимости обладают чистые полупроводники?
23. Укажите, в каком случае p-n переход включен в прямом направлении?
24. Элемент какой группы следует ввести в полупроводник, относящийся к IV группе, чтобы получить в нем проводимость n-типа?
25. Элемент какой группы следует ввести в полупроводник, относящийся к IV группе, чтобы получить в нем проводимость p-типа?
26. Добавление элемента V группы привело к возникновению проводимости n-типа. К какой группе относится полупроводник?
27. Повышение температуры p-n перехода, через который проходит ток, приводит к...
28. К органическим полупроводникам относятся...
29. К неорганическим полупроводникам относятся...
30. Когда в полупроводнике возникает собственная фотопроводимость?
31. Как называют p-n переход, у которого сопротивление в одном направлении на несколько порядков отличается от сопротивления в другом направлении?
32. К электрическим видам пробоя p-n перехода относятся...
33. Какое основное свойство p-n перехода, используемое в полупроводниковых приборах?
34. Каковы соотношения концентраций основных и неосновных носителей зарядов в примесном полупроводнике?
35. Вольтамперную характеристику (ВАХ) p-n-перехода при отрицательных напряжениях порядка 0,1...0,2 В можно описать выражением...
36. Вольтамперную характеристику (ВАХ) p-n-перехода при положительных напряжениях, превышающих 0,1 В, можно описать выражением...
37. В каком квадранте находится прямая ветвь графика вольтамперной характеристики (ВАХ) p-n-перехода?

#### Магнитные материалы

1. Выберите условия необходимые, чтобы материал обладал ферромагнитными свойствами.
2. К слабомагнитным материалам (веществам) относятся...
3. Из перечисленных материалов (веществ) к ферромагнитным относятся...

4. Из перечисленных материалов к парамагнетикам относятся...
5. Параметр, определяющий способность материалов намагничиваться обозначается как...
6. Выберите магнитомягкие материалы
7. Единицей измерения коэрцитивной силы является...
8. Укажите материалы, используемые для создания постоянных магнитов
9. Магнитомягкие материалы - это материалы, обладающие следующими свойствами:
10. Какую структуру имеют ферромагнитные материалы?
11. Величина относительной магнитной проницаемости ферромагнетиков...
12. Величина относительной магнитной проницаемости парамагнетиков...
13. Величина относительной магнитной проницаемости диамагнетиков...
14. Направление магнитных дипольных моментов ферромагнитных материалов представлено на рисунке...
15. Зависимость магнитной проницаемости  $\mu$  ферромагнитных материалов от приложенной напряженности магнитного поля имеет вид...
16. Какая точка петли гистерезиса характеризует коэрцитивную силу?
17. Какая точка петли гистерезиса характеризует остаточную индукцию?
18. Какая формула определяет относительную магнитную проницаемость ферромагнитного материала?
19. Сопоставьте петли гистерезиса с материалами, которым они принадлежат
20. Использование каких ферромагнитных материалов позволяет избежать потерь на вихревые токи?
21. Температура Кюри – это температура, при достижении и превышении которой...
22. Какие вещества ослабляют магнитное поле?
23. Материалы, имеющие постоянные магнитные дипольные моменты, доменную структуру. В каждом домене они параллельны друг другу и одинаково направлены, поэтому взаимодействие между ними очень сильное. Относительная магнитная проницаемость ферромагнетиков велика ( $\mu \gg 1$ ).
24. К диамагнетикам относятся...
25. К антиферромагнетикам относятся...
26. Как примерно оценить потери на гистерезис по петле гистерезиса...
27. Какие вещества выталкиваются магнитным полем?
28. К слабомагнитным материалам (веществам) относятся...
29. Магнитная анизотропия (выберите верные утверждения)...
30. Магнитное поле в ферромагнетике создается как сумма двух составляющих...
31. Магнитные свойства материалов обусловлены...
32. Направление магнитных дипольных моментов антиферромагнитных материалов представлено на рисунке...
33. Полные потери в магнитном материале складываются из...
34. После достижения материалом магнитного насыщения происходит... (выберите верные утверждения).
35. Потери на вихревые токи низки в магнитных материалах...
36. Потери на гистерезис определяются...
37. Температура Кюри – это температура, при достижении и превышении которой...

#### МДП-структуры (металл-диэлектрик-полупроводник)

1. Чему равно число состояний электронов в разрешенных зонах?
2. Какой тип связи может объединять атомы твердого тела в кристаллическую решетку?
3. В каких случаях твердое тело однозначно можно отнести к металлам?
4. Сопоставьте обозначения энергий запрещенных зон в ЭВ с названиями этих зон.
5. Выберите верные утверждения для термина «энергия Ферми».
6. Выберите верные утверждения для понятия «фермион».
7. Выберите верные утверждения для понятия «спин».
8. Когда функция Ферми–Дирака имеет вид непрерывной?
9. Когда функция Ферми–Дирака имеет вид разрывной?
10. Когда функция Ферми–Дирака равна единице?

11. Когда функция Ферми–Дирака равна нулю?
12. Когда функция Ферми–Дирака равна  $1/2$ ?
13. В каком случае уменьшается размытие функции Ферми–Дирака?
14. Какой полупроводник называется невырожденным?
15. Чему равен  $1 \text{ \AA}$  (ангстрем)?
16. Что происходит с электрическим полем в металлах?
17. Что происходит с электрическим полем в диэлектриках?
18. Что происходит с электрическим полем в полупроводниках?
19. Что такое эффект поля?
20. Выберите утверждения, верные для области пространственного заряда (ОПЗ).
21. Выберите утверждения, верные для изгиба энергетических зон.
22. Что такое поверхностный потенциал?
23. Какие состояния поверхности полупроводника различают в зависимости от направления и величины внешнего электрического поля, типа полупроводника?
24. Какое состояние поверхности полупроводника называют обогащением?
25. Какое состояние поверхности полупроводника называют обеднением?
26. Какое состояние поверхности полупроводника называют слабой инверсией?
27. Какое состояние поверхности полупроводника называют сильной инверсией?
28. Каким будет поверхностный потенциал полупроводника р-типа при обогащении?
29. Каким будет поверхностный потенциал полупроводника n-типа при обеднении?
30. Каким будет поверхностный потенциал полупроводника р-типа при слабой инверсии?
31. Каким будет поверхностный потенциал полупроводника n-типа при сильной инверсии?
32. При каком значении поверхностного потенциала происходит переход от обогащения к обеднению (выберите верные утверждения)?
33. При каком значении поверхностного потенциала происходит переход от обеднения к слабой инверсии (выберите верные утверждения)?
34. При каком значении поверхностного потенциала происходит переход от слабой инверсии к сильной (выберите верные утверждения)?
35. Какая область в области пространственного заряда (ОПЗ) соответствует инверсионному каналу?
36. Какая область в области пространственного заряда (ОПЗ) соответствует области обеднения?
37. Выберите верные утверждения, касающиеся понятия «поверхностные состояния».
38. Выберите верные утверждения, относящиеся к поверхностным состояниям донорного типа.
39. Выберите верные утверждения, относящиеся к поверхностным состояниям акцепторного типа.
40. Почему поверхностные состояния можно считать амфотерными?
41. Чем обусловлены поверхностные состояния типа Тамма?
42. Чем обусловлены поверхностные состояния типа Шокли?
43. Какой элемент в устройстве МДП-структуры (металл-диэлектрик-полупроводник) обозначен цифрой 1?
44. Какой элемент в устройстве МДП-структуры (металл-диэлектрик-полупроводник) обозначен цифрой 2?
45. Какой элемент в устройстве МДП-структуры (металл-диэлектрик-полупроводник) обозначен цифрой 3?
46. Какой элемент в устройстве МДП-структуры (металл-диэлектрик-полупроводник) обозначен цифрой 4?
47. Какие условия должны выполняться в МДП-структуре (металл-диэлектрик-полупроводник) при построении зонной диаграммы в отсутствие приложенного напряжения?
48. Идеальная МДП-структура (металл-диэлектрик-полупроводник), это структура у которой...

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенций ОПК-5.1, ОПК-5.2.

Практические задания по дисциплине размещены в Moodle по адресу:

Практическая работа №1. Снятие вольтамперных характеристик полупроводниковых нелинейных элементов на постоянном токе

Снять экспериментально и построить графики вольтамперных характеристик стабилитрона, полупроводникового диода, n-p-n транзистора при трёх значениях тока базы.

Практическая работа №2. Исследование свойств полупроводниковых материалов

Исследовать характеристики полупроводниковых приборов; освоить методику определения параметров терморезисторов, варисторов и диодов.

Практическая работа №3. Исследование электропроводности диэлектриков

Изучение основных закономерностей прохождения тока через диэлектрик и ознакомление с методами определения его удельного объёмного и удельного поверхностного сопротивлений.

Практическая работа №4. Исследование диэлектрических потерь и ёмкости диэлектрических материалов

Изучение механизмов поляризации и диэлектрических потерь в электроизоляционных материалах, приборов измерения ёмкости и тангенса угла диэлектрических потерь изделий.

Практическая работа №5. Исследование электрической прочности диэлектриков

Ознакомление с основными представлениями о пробое и с методикой экспериментального определения электрической прочности газообразных, жидких и твёрдых диэлектриков.

Практическая работа №6. Снятие вольтамперной характеристики вольфрамовой нити лампы накаливания

Снять экспериментально и построить график вольтамперной характеристики лампы накаливания.

Практическая работа №7. Определение электрического сопротивления проводников аналоговым и цифровым мультиметрами

Ознакомление с методами определения электрического сопротивления резисторов из проводниковых материалов с помощью аналоговых и цифровых мультиметров.

Практическая работа №8. Определение электрического сопротивления проводников методом амперметра и вольтметра

Ознакомление с методом определения сопротивления резисторов из проводниковых материалов методом амперметра и вольтметра.

Практическая работа №9. Исследование и расчёт магнитной цепи при постоянном токе

Снять экспериментально вебер-амперные характеристики магнитной цепи без зазора, а также с зазором в 0,1 мм. Сделать расчёт характеристики без зазора и с зазором. Сравнить результаты.

Практическая работа №10. Исследование магнитной цепи на переменном токе

Снять экспериментально и проверить расчётом зависимость амплитуды магнитного потока от действующего значения приложенного напряжения и от частоты. Пронаблюдать на осциллографе за изменением формы и величины магнитного потока и тока при изменении воздушного зазора. Получить на экране осциллографа петлю гистерезиса, пронаблюдать за изменением петли при изменении зазора в магнитопроводе.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и

проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета (1 курс) и экзамена (2 курс). Экзаменационный тест включает теоретические вопросы, соответствующие содержанию формируемых компетенций.

Экзамен проводится в форме тестирования, на которое отводится 90 минут.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul>
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	---	--	---	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Тимофеев И. А., Электротехнические материалы и изделия, , 2012	<a href="https://e.lanbook.com/book/3733">https://e.lanbook.com/book/3733</a>
2	Каменская А. В., Основы технологии материалов микроэлектроники, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010	<a href="http://www.iprbookshop.ru/45129.html">http://www.iprbookshop.ru/45129.html</a>
3	, Материаловедение, , 2009	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/elib/00113/">http://ntb.spbgasu.ru/elib/00113/</a>
4	Гордиенко В. Е., Гордиенко Е. Г., Степанов С. А., Кнышев Ю. В., Орлов А. П., Материаловедение, СПб., 2009	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/elib/00115/">http://ntb.spbgasu.ru/elib/00115/</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Худяков В. А., Прошин А. П., Кислицына С. Н., Современные композиционные строительные материалы, М.: АСВ, 2006	15

2	Мальцева Л. А., Шарапова В. А., Грачёв С. В., Жидкофазные технологии получения композиционных материалов. Матрицы. Упрочнители, Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/69594.html">http://www.iprbookshop.ru/69594.html</a>
---	--	---

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

#### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Электротехническое и конструкционное материаловедение (курс лекций): учеб. пособие для студентов направления 13.03.02. / сост. Д. В. Горлатов. 147 с. Рукопись, подготовленная к изданию.	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/319928/mod_resource/content/1/%D0%911.%D0%91.19_%D0%AD%D0%BB%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%92%D0%B5%D0%B4_%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8.pdf">https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/319928/mod_resource/content/1/%D0%911.%D0%91.19_%D0%AD%D0%BB%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%92%D0%B5%D0%B4_%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8.pdf</a>
Электротехническое и конструкционное материаловедение. Практические работы: мет. указания для студентов направления 13.03.02. / сост. Д. В. Горлатов. 18 с. Рукопись, подготовленная к изданию.	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/319931/mod_resource/content/1/%D0%911.%D0%91.19_%D0%AD%D0%BB%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%92%D0%B5%D0%B4_%D0%9F%D0%97_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0.pdf">https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/319931/mod_resource/content/1/%D0%911.%D0%91.19_%D0%AD%D0%BB%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%92%D0%B5%D0%B4_%D0%9F%D0%97_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0.pdf</a>
Электротехническое и конструкционное материаловедение. контрольные работы: мет. указания для студентов направления 13.03.02. / сост. Д. В. Горлатов 37 с. Рукопись, подготовленная к изданию.	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/319933/mod_resource/content/0/%D0%911.%D0%91.19_%D0%AD%D0%BB%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%92%D0%B5%D0%B4_%D0%9A%D0%A0.pdf">https://moodle.spbgasu.ru/pluginfile.php/319933/mod_resource/content/0/%D0%911.%D0%91.19_%D0%AD%D0%BB%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%92%D0%B5%D0%B4_%D0%9A%D0%A0.pdf</a>

#### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>

#### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
LibreOffice	Свободно распространяемое

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения

01. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
01. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
01. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.