

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники  
Кафедра электроники и цифровых информационных технологий**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы

 **О.А. Молоканов**

« 16 » декабря 2024 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ИИЭ и Р

 **Б.В. Шогенов**

« 16 » декабря 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.15 «Материаловедение в приборостроении»**

Специальность

**12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы  
специального назначения**

Специализация

**Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и  
системы**

Квалификация (степень) выпускника

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Нальчик 2024

Рабочая программа дисциплины (модуля) «**Материаловедение в приборостроении**» /сост. Д. С. Гаев – Нальчик: КБГУ, 2024 г. 34 с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Материаловедение в приборостроении» предназначена для студентов очной формы обучения по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения, 2 курс, 3 и 4 семестр.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Материаловедение в приборостроении» составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности **12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «09» февраля 2018 г. № 93.

## Содержание

	1.	5	
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	5	
3.	Требования к результатам освоения дисциплины	5	
	4.	Содержание и структура дисциплины	6
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости	12	
		12	
	5.2.	Образцы тестовых	17
		18	
		19	
		19	
		20	
	6.	Промежуточная	21
		21	
		22	
		24	
		25	
		25	
		25	
		25	
	7.	26	
	8.	27	
	9.	28	
		28	
		32	
		33	

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

### **Целью дисциплины является:**

формирование базовых знаний, позволяющих ориентироваться при решении задач выбора, получения и анализа функциональных и конструкционных материалов в производстве оптических и оптоэлектронных приборов.

### **Основные задачи дисциплины:**

- ознакомление с основными типами материалов электронной техники и свойствами, характеризующими их;
- формирование знаний об основных процессах и явлениях, протекающих в материалах электронной техники;
- развитие умения анализировать и систематизировать научно-техническую информацию применительно к обоснованному выбору материалов для конкретного применения в технологии оптических и оптоэлектронных приборов с учётом свойств, эксплуатационных характеристик и влияния на них внешних факторов.
- формирование навыков теоретического расчета и экспериментального исследования основных свойств материалов.

Изучение дисциплины ориентировано на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при производстве и эксплуатации оптических и оптоэлектронных приборов с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными стандартами:

профессиональный стандарт 29.004 "Специалист в области проектирования и сопровождения производства оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 декабря 2015 г. № 1141н.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений Б1.В.15 учебного плана по специальности **12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения**, специализация: «Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и системы».

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующую обобщенную трудовую функцию (**ОТФ**): Проектирование и конструирование оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Трудовая функция (**ТФ**): Определение условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (профессиональный стандарт 29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, код А/01.6, уровень квалификации -6).

Изучение дисциплины «Оптико-электронные приборы и системы» базируется на следующих, ранее изучаемых, дисциплинах: «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм».

Освоение данной дисциплины, в свою очередь, необходимо для успешного усвоения, в последующем, специальных курсов по дисциплине: «Основы проектирования оптико-электронных приборов и систем», «Современные технологии в оптико-электронной технике», «Оптические и оптико-электронные приборы специального назначения», «Метрологическое обеспечение оптико-электронного приборостроения» и др.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данной специальности:

**обще профессиональной компетенции (ОПК-1):**

Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем и применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.

*Код и наименование индикатора достижения компетенции:*

ОПК-1.1. Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.

ОПК-1.2. Способен применять методы математического анализа и моделирования для решения проблем, возникающих в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.

**обще профессиональной компетенции (ОПК-5):**

Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем и применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.

*Код и наименование индикатора достижения компетенции:*

ОПК-5.1. Способен проводить экспериментальные исследования и измерения с использованием методов обработки видеоданных и анализа информации.

ОПК-5.2. Способен проводить научные исследования с учетом специфики оптического приборостроения, оптических материалов и технологий.

ОПК-5.3. Способен представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности

В результате изучения дисциплины (модуля) «Материаловедение в приборостроении» студент должен:

**Знать:**

основные физические процессы и явления, протекающие в материалах, которые используются в технологии изделий оптических и оптоэлектронных приборов;

классификацию, свойства, технологию получения и применения основных материалов оптоэлектроники;

физические основы базовых методов измерения и контроля свойств материалов, используемых в технологии оптических и оптоэлектронных приборов.

**Уметь:**

делать обоснованный выбор материалов для конкретного применения в технологии изделий электронной техники с учётом свойств, эксплуатационных характеристик и влияния внешних факторов;

работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам оптоэлектроники и их свойствам, ориентированно на решение задач в профессиональной области;

использовать математический аппарат для расчетов свойств материалов.

**Владеть:**

навыками расчета, измерения и контроля основных параметров материалов электронной техники; навыками самостоятельного изучения и решения вопросов и задач материаловедческого аспекта в профессиональной области;

навыками обработки и представления экспериментальных данных.

**4. Содержание и структура дисциплины (модуля)**

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

Таблица 1

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	<i>Классификация и общие сведения о строение материалов оптоэлектроник и</i>	Роль материалов в развитии оптических и оптоэлектронным устройств и систем. Классификация и назначение материалов оптоэлектроники. Общие положения о строении твердых тел. Особенности химической связи. Элементы структурной кристаллографии. Дефекты кристаллической структуры. Понятие фазы. Фазовые равновесия в одно и двухкомпонентных системах. Элементы зонной теории. Особенности зонной структуры металлов, полупроводников и диэлектриков. Распределение Ферми-Дирака и Максвелла Больцмана. Плотность электронных состояний.	ОПК-1, ОПК-5	Т, К, ЛР
2.	<i>Проводники</i>	Физическая природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Сопротивление металлов на высоких частотах. Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление металлов. Удельное сопротивление металлических сплавов. Сопротивление тонких пленок. Размерный эффект удельного сопротивления. Сверхпроводимость и ее применение в науке и технике. Материалы высокотемпературной сверхпроводимости. Классификация проводников. Металлы высокой проводимости. Металлы с повышенным удельным сопротивлением. Припой.	ОПК-1, ОПК-5	Т, К, ЛР
3.	<i>Полупроводники</i>	Собственные и примесные полупроводники, их энергетические диаграммы. Статистика носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках. Условия электронейтральности в собственных и примесных полупроводниках. Температурная зависимость проводимости полупроводников. Фотопоглощение и фотопроводимость. Неравновесные носители заряда. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда в полупроводниках. Электропроводность полупроводников в сильном электрическом поле. Эффект Ганна. Методы очистки и выращивания полупроводниковых кристаллов. Основные свойства германия и кремния, особенности технологии и область применения. Полупроводниковые соединения А3В5, А2В4, А4В4.	ОПК-1, ОПК-5	Т, К, ЛР
4.	<i>Диэлектрики</i>	Основные характеристики различных типов поляризации диэлектрических материалов.	ОПК-1,	Т,

		<p>Электропроводность диэлектриков. Электрическая прочность, электрический и тепловой пробой. Размерный эффект.</p> <p>Диэлектрические потери, физические причины существования диэлектрических потерь в материалах. Тангенс диэлектрических потерь.</p> <p>Пассивные диэлектрики. Основные сведения о структуре и физических свойствах полимеров. Пластмассы. Электроизоляционные компаунды. Неорганические стёкла. Керамические материалы. Ситаллы.</p> <p>Активные диэлектрики. Природа сегнетоэлектриков. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Электреты.</p>	ОПК-5	К, ЛР
5.	<i>Магнитные материалы</i>	<p>Классификация веществ по магнитным свойствам. Природа магнетизма. Особенности намагничивания материалов. Кривая намагничивания ферромагнетика. Магнитный гистерезис. Эффект Баркгаузена. Доменная структура.</p> <p>Магнитотвердые и магнитомягкие материалы и их основные характеристики.</p> <p>Магнитные материалы специального назначения. ЦМД –структуры. Нанокompозитные магнитные материалы. Размерный эффект.</p>	ОПК-1, ОПК-5	Т, К, ЛР
6.	<i>Оптическое материаловедение</i>	<p>Основные предпосылки появления оптоэлектроники, её место среди родственных научно-технических направлений: электроники, микроэлектроники, оптики.</p> <p>Основные параметры и характеристики взаимодействия излучения с веществом: коэффициенты поглощения и отражения, спектры поглощения и отражения. Закон Бугера-Ламберта. Феноменологическое определение коэффициента поглощения. Типы механизмов поглощения излучения.</p> <p>Материалы для оптоволоконных систем. классификация, свойства, получение и особенности применения. Лазерные стекла.</p> <p>Жидкие кристаллы. Основные физические свойства и структура нематиков, холестериков, смектиков. Параметры, характеризующие структурное состояние жидкого кристалла. Ориентационные свойства нематиков: переход Фредерикса, домены Капустина-Вильямса, динамическое рассеяние света. Оптические свойства нематиков и холестериков. Эффект «гость-хозяин». Принципы управления свойствами жидких кристаллов</p>	ОПК-1, ОПК-5	Т, К, ЛР

### *Структура дисциплины (модуля)*

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часов).

Виды работ	Трудоемкость, часы		
	3 семестр	4 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	<b>288</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>51</b>	<b>72</b>	<b>123</b>

Лекционные занятия (Л)	17	36	53
Лабораторные работы (ЛР)		36	36
Практические занятия (ПЗ)	34		34
<b>Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:</b>	<b>60</b>	<b>69</b>	<b>129</b>
Курсовая работа (КР)/ Курсовой проект (КП)	не предусмотрены	не предусмотрены	
Самостоятельное изучение разделов/тем	60	69	
<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	<b>экзамен</b>	

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Предмет дисциплины и ее задачи. Роль материалов в развитии оптических и оптоэлектронных устройств и систем. Классификация и назначение материалов оптоэлектроники. Элементы зонной теории. Особенности зонной структуры металлов, полупроводников и диэлектриков. Распределение Ферми-Дирака и Максвелла Больцмана. Плотность электронных состояний
2.	Классификация и назначение материалов оптоэлектроники. Определение основных групп материалов оптоэлектроники и областей применения
3.	Общие положения о строении твердых тел. Особенности химической связи в твердых телах.
4.	Элементы структурной кристаллографии. Дефекты кристаллической структуры.
5.	Понятие фазы. Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия в одно и двухкомпонентных системах.
6.	Элементы зонной теории. Особенности зонной структуры металлов, полупроводников и диэлектриков. Распределение Ферми-Дирака и Максвелла Больцмана. Плотность электронных состояний.
7.	Физическая природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Сопротивление металлов на высоких частотах. Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление металлов. Удельное сопротивление металлических сплавов.
8.	Сопротивление тонких пленок. Размерный эффект удельного сопротивления. Сверхпроводимость и ее применение в науке и технике.
9.	Собственные и примесные полупроводники, их энергетические диаграммы. Статистика носителей заряда в собственных и примесных полупроводниках. Условия электронейтральности в собственных и примесных полупроводниках.
10.	Фотопоглощение и фотопроводимость. Неравновесные носители заряда. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда в полупроводниках.
11.	Электропроводность полупроводников в слабых и сильном электрических полях. Эффект Ганна. Влияние внешних факторов на электропроводность полупроводников
12.	Фото-, термо- и гальваномагнитные эффекты в полупроводниках и их практическое применение.
13.	Диэлектрики. Понятие поляризации. Основные характеристики различных типов поляризации диэлектрических материалов. Механизмы поляризации. Понятие тангенса диэлектрических потерь.
14.	Электропроводность диэлектриков. Механизмы электропроводности. Электрическая прочность, электрический и тепловой пробой. Размерный эффект.

15.	Активные диэлектрики. Классификация активных диэлектриков и области их применения. Природа сегнетоэлектриков. Гистерезис поляризации.
16.	Классификация веществ по магнитным свойствам. Природа магнетизма. Особенности намагничивания материалов. Кривая намагничивания ферромагнетика. Магнитный гистерезис. Эффект Баркгаузена. Доменная структура.
17.	Магнитотвердые и магнитомягкие материалы и их основные характеристики. Магнитные материалы специального назначения. ЦМД –структуры. Нанокompозитные магнитные материалы. Размерный эффект
18	Жидкие кристаллы. Основные физические свойства и структура нематиков, холестериков, смектиков. Параметры, характеризующие структурное состояние жидкого кристалла. Принципы управления свойствами жидких кристаллов
19	Основные предпосылки появления оптоэлектроники, её место среди родственных научно-технических направлений: электроники, микроэлектроники, оптики.
20	Основные параметры и характеристики взаимодействия излучения с веществом: коэффициенты поглощения и отражения, спектры поглощения и отражения. Закон Бугера-Ламберта. Феноменологическое определение коэффициента поглощения. Типы механизмов поглощения излучения
21	Материалы для оптоволоконных систем. классификация, свойства, получение и особенности применения.

Таблица 4. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ
1.	Определение типа проводимости полупроводниковых материалов (4 ч.)
2.	Измерение удельного сопротивления объёмных полупроводниковых материалов (4 ч.)
3.	Определение ширины запрещенной полупроводника (4 ч.)
4.	Измерение электропроводности плёночных полупроводниковых структур (4 ч.)
5.	Измерение времени жизни неосновных носителей заряда (4 ч.)
6.	Определение концентрации носителей заряда по измерениям ЭДС-Холла (4 ч.)
7.	Электрические и термоэлектрические свойства проводниковых материалов (4 ч.)
8.	Исследование свойств магнитомягких материалов (4ч)
9	Исследование фотопроводимости кремния (4 ч.)

Таблица 5. Практические занятия

№ п/п	Темы практических занятий
1.	Химическая связь. Определение полярности связи по данным электроотрицательности элементов, образующих связь. Оценка энергии химической связи.
	Элементы структурной кристаллографии. Расчет параметров элементарной ячейки, определение индексов Миллера, кристаллографических плоскостей. Расчет коэффициента упаковки, плотности по данным параметров кристаллической решетки т.д.
2.	Фазовые равновесия в одно и двух компонентных системах. Диаграммы состояния с непрерывными твердыми растворами, эвтектического типа с ограниченной растворимостью возле системообразующих компонентов, перетектического типа. Тройные диаграммы состояния. Расчет состава в трехкомпонентных системах. Квазибинарное сечение.
3.	Элементы зонной структуры. Расчет плотности электронных состояний. Оценка концентрации свободных носителей заряда с использованием функции плотности состояний.
4	Классификация проводников. Металлы высокой проводимости. Металлы с повышенным удельным сопротивлением. Припой.
5.	Полупроводники: расчет концентрации носителей заряда, построение температурной

	зависимости электропроводности, фотопроводимость.
6	Материалы высокотемпературной сверхпроводимости. Эффект Джозефсона. Энергетические диаграммы переходов металл(норм)-сверхпроводник, сверхпроводник-сверхпроводник.
7	Материалы оптических и оптоэлектронных систем. Жидкие кристаллы. Ориентационные свойства нематиков: переход Фредерикса, домены Капустина-Вильямса, динамическое рассеяние света. Оптические свойства нематиков и холестериков. Эффект «гость-хозяин». Особенности применения жидких кристаллов в оптических и оптоэлектронных системах

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Классификация проводников. Металлы высокой проводимости. Металлы с повышенным удельным сопротивлением. Припой.
2.	Материалы высокотемпературной сверхпроводимости. Эффект Джозефсона. Энергетические диаграммы переходов металл(норм)-сверхпроводник, сверхпроводник-сверхпроводник.
3.	Методы очистки и выращивания полупроводниковых кристаллов. Основные свойства германия и кремния, особенности технологии и область применения. Полупроводниковые соединения А3В5, А2В4, А4В4.
4.	Диэлектрические потери, физические причины существования диэлектрических потерь в материалах. Тангенс диэлектрических потерь.
5.	Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электреты – получение и применение.
6.	Жидкие кристаллы. Ориентационные свойства нематиков: переход Фредерикса, домены Капустина-Вильямса, динамическое рассеяние света. Оптические свойства нематиков и холестериков. Эффект «гость-хозяин». Особенности применения жидких кристаллов в оптических и оптоэлектронных системах

## 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 5.1. Коллоквиум

В семестре проводятся 3 коллоквиума, которые оцениваются по 8 баллов каждый.

#### 5.1.1. Вопросы, выносимые на коллоквиум

*(контролируемые компетенции ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3)*

#### 3 семестр

#### Первый коллоквиум

1. Какие критерии используются для классификации материалов?
2. Классификация материалов по магнитным свойствам и их основные особенности.
3. Классификация полупроводниковых материалов по структуре, типу примеси, уровню содержания примеси.
4. Классификация металлов и металлических сплавов. Кратко описать свойства каждой группы.
5. Классификация диэлектрических материалов. Кратко описать свойства каждой группы.
6. Перечислите типы химической связи в твердых телах и дайте краткую характеристику.
7. Определение понятия химическая и ее основных характеристик химической связи.
8. Ковалентная химическая связь и ее характеристики.
9. Ионная химическая связь и ее характеристики.
10. Металлическая связь и ее характеристики.
11. Ван-дер-Вальсовая связь.
12. В чем различие монокристалла и поликристалла.
13. Дайте определение полиморфизма, приведите примеры аллотропных модификаций веществ.
14. Охарактеризуйте кристаллическую структуру типа алмаза.
15. Опишите кристаллическую структуру типа сфалерита.
16. Рассчитайте плотность упаковки атомов в ПК, ГЦК и ОЦК кристаллических решетках.
17. Рассчитайте поверхностную плотность упаковки атомов в плоскости (100) монокристалла Si через период решетки, используя необходимые справочные данные.
18. Вычислите расстояние между ближайшими атомами в кристаллической решетке вольфрама, используя необходимые справочные данные.
19. Вычислите расстояние между ближайшими атомами в кристаллической решетке кремния, используя необходимые справочные данные.
20. Дайте определение анизотропии свойств твердых тел, назовите причины анизотропии.
21. Приведите схемы энергетических зон металлов, полупроводников и диэлектриков. Сравните их по строению.
22. Схематически описать зонную структуру металлов, полупроводников и диэлектриков.
23. Дефекты в твердых кристаллических материалах.
24. Перечислите дефекты кристаллической структуры и дайте краткую характеристику.
25. Приведите классификацию кристаллических систем и дайте полное описание одной из них.

#### Второй коллоквиум

1. Физическая природа электропроводности металлов.
2. Описать модель электропроводности металлов в рамках классического приближения.
3. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов.
4. Дайте определение температуры Дебая.

5. Какую область на температурной зависимости удельного сопротивления металлов описывает закон Блоха-Грюнейзена?
6. Какова природа влияния примесей и других структурных дефектов на удельное сопротивление металлов?
7. Как оценивается удельное сопротивление металлических сплавов?
8. Опишите поведение сопротивления проводников в переменных электрических полях на высоких частотах.
9. Что означает понятие «размерный эффект» применительно к электрическим параметрам тонких пленок?
10. тонких пленок?
11. Контактные явления в металлах и металлических сплавах. Эффект Зеебека.
12. Материалы высокой проводимости: свойства и области применения.
13. Неметаллические проводящие материалы: свойства и области применения.
14. Сверхпроводящие металлы и сплавы.
15. Особенности электропроводности металлических сплавов.
16. Правило Линде. Правило Лихтенеккера-Неймана.
17. Почему электрическое сопротивление сплавов металлов превышает электрическое сопротивление этих металлов в чистом виде.
18. Какие сплавы называются припоями?
19. Припой: классификация, свойства и области применения.
20. Что понимают под «сверхпроводимостью» материалов?
21. Что такое высокотемпературная и низкотемпературная сверхпроводимость?
22. Перечислите основные положения теории БКШ.
23. В чем разница между сверхпроводниками I и II-рода.
24. Выведите формулу расчёта удельной электропроводности в классическом приближении.
25. Что означает понятие «размерный эффект» применительно к электрическим параметрам тонких пленок?

### Третий коллоквиум

1. Дайте определение собственного и примесного полупроводника. Изобразите зонную структуру собственного полупроводника, донорного и акцепторного полупроводника.
2. Объясните, как найти концентрацию основных и неосновных носителей заряда в электронном полупроводнике с известной степенью легирования на участке истощения примеси.
3. Объясните, как найти концентрацию основных и неосновных носителей заряда в дырочном полупроводнике с известной степенью легирования на участке истощения примеси.
4. Изобразите температурную зависимость равновесной концентрации носителей заряда в собственном полупроводнике. Объясните, как по этой зависимости определить ширину запрещенной зоны полупроводника.
5. Изобразите качественно температурную зависимость равновесной концентрации электронов в донорном полупроводнике в широком интервале температур. Укажите температуры истощения примеси и перехода к собственной проводимости.
6. От каких характеристик полупроводникового материала зависит температура истощения примеси?
7. Запишите условие квазинейтральности для полупроводника, легированного одновременно донорной и акцепторной примесью.
8. Сколько электронов находится на уровне Ферми в собственном полупроводнике при комнатной температуре?
9. Объясните, какая из дырок обладает большей энергией: в центре валентной зоны или у ее потолка?

10. Установите взаимосвязь между донорным или акцепторным поведением примесей замещения в ковалентных полупроводниках и валентностью примесного атома.
11. Объясните, как определить тип основных носителей заряда в полупроводнике по измерениям ЭДС Холла?
12. Каково отношение электронного тока к дырочному в собственном германии при  $T=300\text{ K}$ ?
13. Каково отношение электронного тока к дырочному в собственном арсениде галлия  $T=300$ ?
14. Всегда ли можно утверждать, что мы имеем дело с собственным полупроводником, если его удельное сопротивление близко к собственному?
15. Назовите основные механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках. Каковы для этих механизмов температурные зависимости подвижности?
16. Дайте сравнительную характеристику кремния и германия как материалов электроники.
17. Назовите основные области применения кремния и германия в электронной технике.
18. Охарактеризуйте кристаллическую структуру и химическую связь в полупроводниках АПВV.
19. Почему у антимонида индия собственная удельная проводимость определяется только концентрацией электронов, а вкладом дырок можно практически пренебречь?
20. Назовите основные механизмы поглощения света в полупроводниках.
21. Какие из механизмов поглощения света приводят к увеличению концентрации носителей заряда в полупроводниках?
22. Дайте определение экситона. Можно ли по данным измерения фотопроводимости определить энергию образования экситона?
23. В чем различие внутреннего и внешнего фотоэффекта.
24. В какой области температур можно регистрировать примесное поглощение в полупроводниках?
25. Дайте определение краю фундаментального поглощения.
26. Изложите методику определения ширины запрещённой зоны по данным спектральной зависимости коэффициента поглощения.
27. Зонная структура собственных полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации. Уровень Ферми.
28. Зонная структура примесных полупроводников. Донорные и акцепторные уровни. Генерация носителей в примесных полупроводниках.
29. Концентрация носителей заряда в собственных полупроводниках. Эффективные плотности состояний. Положение уровня ферми. Температурная зависимость.
30. Концентрация носителей заряда в примесных полупроводниках. Закон действующих масс. Зависимость концентрации от уровня Ферми. Температурная зависимость.

#### 4 семестр Первый коллоквиум

1. Физические свойства диэлектриков.
2. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации. Диэлектрическая восприимчивость.
3. Электропроводность диэлектриков. Виды электропроводности. Механизмы переноса носителей заряда.
4. Сегнетоэлектрики. Образование доменной структуры. Зависимость электрической индукции от напряженности электрического поля. Механизм возникновения спонтанной поляризации.
5. Пьезоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффекты. Механизм возникновения поляризации. Принцип работы кварцевого резонатора.
6. Пироэлектрики. Прямой и обратный пироэлектрический эффекты. Вторичный пироэффект. Применение пироэлектриков.
7. Электреты. Способы получения электретов. Применение электретов.

8. Какой механизм пробоя характерен для диэлектриков при импульсном воздействии высокого напряжения?
9. Как оценить напряжение теплового пробоя диэлектрика?
10. Что такое диэлектрические потери? Какие факторы влияют на диэлектрические потери в твердых диэлектриках?
11. Полимерные диэлектрики: общая характеристика и применение в электронной технике.
12. Какой из полимерных диэлектриков сильнее нагревается в ВЧ электрическом поле: полиэтилен или поливинилхлорид?
13. Из какого материала Вы предлагаете изготовить изолятор СВЧ разъема: из политетрафторэтилена или полиэтилентерефталата? Почему?
14. Оцените напряжение пробоя для пленки полиимида толщиной 50 мкм в однородном электрическом поле.
15. Оцените напряжение пробоя для пленки полиэтилена толщиной 100 мкм в однородном электрическом поле.
16. Используя справочные данные, найдите отношение удельных диэлектрических потерь в полиэтилене и ПВХ при одинаковых условиях эксплуатации.
17. Найдите удельные диэлектрические потери в пленке лавсана при напряженности поля 105 В/м на частоте 1 МГц.
18. Классификация стекол по техническому назначению и их основные области применения.
19. Найдите отношение температурных коэффициентов расширения электровакуумных стекол марки С37 и С90.
20. Какие стекла применяются в волоконной оптике?
21. Какие требования предъявляются к стеклам для волоконной оптики?
22. Классификация керамических материалов: дать краткую характеристику по особенностям свойств и их применению.
23. Дайте определение керметов и обозначить их области применения.
24. Что дает применение диэлектрических материалов с большим значением относительной диэлектрической проницаемости в конденсаторах.
25. Какие требования по относительной диэлектрической проницаемости  $\epsilon$  и  $\text{tg}\delta$  предъявляются к электроизоляционным и «конденсаторным» диэлектрическим материалам.

### **Второй коллоквиум**

1. В чем природа проявления магнитных свойств у атомов?
2. Природа возникновения магнитных свойств материалов
3. Классификация магнитных материалов по свойствам и техническому назначению.
4. Природа ферромагнитного состояния.
5. Процессы при намагничивании ферромагнетиков. Эффект Штерна-Герлаха.
6. Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков.
7. Поведение ферромагнетиков в переменных магнитных полях.
8. Природа ферромагнитного состояния. Особенности свойств ферромагнетиков.
9. Доменные структуры в тонких магнитных пленках. ЦМД – структуры и их применение.
10. Чем отличаются ферромагнетики от антиферромагнетиков.
11. Что такое домен. (Для магнитных материалов)
12. Какие магнитомягкие материалы имеют высокое значение магнитной проницаемости в слабых магнитных полях?
13. Приведите примеры магнитотвердых материалов и области применения.
14. Каково влияние кремния на свойства электротехнической стали?
15. Каковы частотные характеристики высокопроницаемых и низкопроницаемых ферритов?
16. Размерный эффект в магнитных материалах.

17. В каких магнитных материалах магнитная проницаемость является функцией напряженности внешнего магнитного поля?
18. Чем отличается ферромагнетик от антиферромагнетика?
19. Чем отличаются магнитомягкие материалы от магнитотвердых.
20. Почему трансформаторы набирают из тонких пластин электротехнической стали.
21. Магнитомягкие высокочастотные материалы.
22. Магнитные материалы специализированного назначения.
23. Из каких материалов и почему можно изготовить постоянные магниты?
24. Какой материал можно использовать для магнитной антенны радиоприемника (почему)?
25. Как сказывается межатомное расстояние в материале на проявление магнитных свойств?

### **Третий коллоквиум**

1. Классификация оптических материалов по типу взаимодействия с излучением, строению и области применения.
2. Спектральные и интегральные характеристики оптических материалов.
3. Оптическое поглощение и люминесценция.
4. Правило Стокса. Антистоксова люминесценция. Энергетический и квантовый выход люминесценции.
5. Стеклообразное и кристаллическое состояние вещества.
6. Определение стекла. Понятие интервала превращения.
7. Оптическое бесцветное стекло. Определение, состав, классификация промышленных стекол по их оптическим постоянным.
8. Оптические материалы с особыми свойствами, их характеристики, нормируемые параметры и контроль нормируемых параметров
9. Основные предпосылки появления оптоэлектроники, её место среди родственных научно-технических направлений: электроники, микроэлектроники, оптики.
10. Основные параметры и характеристики взаимодействия излучения с веществом: коэффициенты поглощения и отражения, спектры поглощения и отражения.
11. Закон Бугера-Ламберта. Феноменологическое определение коэффициента поглощения. Типы механизмов поглощения излучения.
12. Материалы для оптоволоконных систем. классификация, свойства, получение и особенности применения.
13. Лазерные стекла.
14. Жидкие кристаллы. Основные физические свойства и структура нематиков, холестериков, смектиков.
15. Параметры, характеризующие структурное состояние жидкого кристалла.
16. Ориентационные свойства нематиков: переход Фредерикса, домены Капустина-Вильямса, динамическое рассеяние света.
17. Оптические свойства нематиков и холестериков. Эффект «гость-хозяин». Принципы управления свойствами жидких кристаллов
18. Какова природа различия между нематиками и холестериками?
19. Какова природа различия между нематиками и смектиками?
20. Определите структуру нематиков, холестериков, смектиков.
21. Какие параметры используются при характеристике структурного состояния жидкого кристалла.
22. Перечислите ориентационные свойства нематиков.
23. В чем физическая суть перехода Фредерикса?
24. Перечислите принципы управления свойствами жидких кристаллов.
25. Перечислите основные материалы, используемые для оптоволоконных систем и требования к ним.

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.
- 

### *Критерии оценивания*

<b>Оценка</b>			
<b>Неудовлетворительно 2 балла</b>	<b>удовлетворительно 4 балла</b>	<b>хорошо 6 баллов</b>	<b>отлично 8 баллов</b>
Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

### **5.2. Образцы тестовых заданий**

*(контролируемые компетенции ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3)*

Задание 1. При образовании ... связи происходит обобществление валентных электронов взаимодействующих атомов в объеме всего кристалла.

+: металлической

Задание 2. Силы, возникающие между дипольными молекулами, называются: ...

+: ориентационными

-: индукционными

-: дисперсионными

Задание 3. - функция распределения Ферми – Дирака, где  $WF$  – ...

-: средняя энергия электрона

+: энергия Ферми

-: энергия состояния на дне зоны проводимости

Задание 4. Температура Дебая для большинства металлов лежит в пределах ...

-: 100-200 К

+: 400-500 К

-: 1000-1500 К

Задание 5.

.

На графике представлена зависимость удельного сопротивления металлической пленки от ее толщины. На участке III ответственными механизмами за перенос зарядов являются: ...

+: термоэлектронная эмиссия

+: туннелирование

-: электродиффузия

-: ударная ионизация

Задание 6. Согласно теории БКШ ширина энергетической щели сверхпроводника при критической температуре перехода  $T_c$  равна: ...

+:  $3.52kT_c$

- : kTc
- : kTc

Задание 7. К материалам высокой проводимости относятся: ...

- +: медь
- : кобальт
- : титан
- : железо
- : олово
- +: золото

Задание 8. Полупроводник, в котором влиянием примесей на электрофизические свойства можно пренебречь называется: ...

- +: собственным

Задание 9. В полупроводнике n - типа условие электронейтральности выражается соотношением:....

- :
- :
- +:
- :
- :

Задание 10.

Приведены типовые температурные зависимости концентрации носителей заряда для полупроводника n – типа с различным уровнем легирования Nd1, Nd2, Nd3.

Область ... относится к температурному интервалу истощения примесей.

- +: II
- : I
- : III

Задание 11. Расставьте материалы по возрастанию длины волны максимума собственного поглощения

- D1: германий
- D2: кремний
- D3: арсенид галлия

Задание 12.

Приведена типовая зависимость плотности тока через полупроводник с многодолинной структурой зоны проводимости от напряженности поля.

Проводимость участка ... определяется движением тяжелых электронов.

- : a
- : b
- +: c

### **5.3. Типовые задания для самостоятельной работы**

*(контролируемые компетенции ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3)*

1. Припой: выбор системы, расчет состава припоя, определение температуры плавления припоя по диаграмме фазовых равновесий.
2. Эффект Джозефсона. Энергетические диаграммы переходов металл(норм)-сверхпроводник, сверхпроводник-сверхпроводник.

3. Методы очистки и выращивания полупроводниковых кристаллов. Расчет лигатуры в процессе выращивания монокристаллов
4. Полупроводниковые соединения АЗВ5, А2В4, А4В4: свойства и области применения.
5. Диэлектрические потери, физические причины существования диэлектрических потерь в материалах. Тангенс диэлектрических потерь.
- 6.
7. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электреты: оценка параметров свойств из справочных данных.
8. Жидкие кристаллы

#### **5.4. Методические рекомендации по подготовке к тестированию**

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

- готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;
- четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.
- приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;
- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.
- если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.
- обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

#### **Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>			
<b>неудовлетворительно 0 баллов</b>	<b>удовлетворительно 3 балла</b>	<b>хорошо 4 балла</b>	<b>отлично 5 баллов</b>
Менее 50 % правильно выполненных заданий.	50-70% правильно выполненных заданий.	71-85% правильно выполненных заданий.	86-100% правильно выполненных заданий.

#### **5.5. Задания для лабораторных занятий**

*(контролируемые компетенции ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3)*

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы на различном лабораторном оборудовании, умение пользоваться различными измерительными приборами и инструментами, практического освоения различными методиками измерения параметров материалов. В рамках дисциплины студенты должны выполнить 8 лабораторных работ, охватывающих практически все разделы теоретического курса.

*Пример типовой лабораторной работы*

**«Измерение времени жизни неосновных носителей заряда»**

Цель работы:

1. Ознакомление с фотоэлектрическими свойствами полупроводника.
2. Экспериментальное определение времени жизни неравновесных носителей в полупроводниковых образцах методом релаксации фотопроводимости.

*Контрольные вопросы и задания для допуска и сдачи работы*

1. Какие носители заряда называются равновесными, а какие - неравновесными?
2. Приведите схему лабораторного стенда для измерения времени жизни носителей заряда.
3. Перечислите механизмы поглощения и дайте краткую характеристику.
4. Применение закона Закон Бугера-Ламберта-Бера на практике.
5. Какие механизмы генерации приводят к появлению свободных носителей заряда?
6. Что такое время жизни носителей заряда?
7. Дайте определение излучательной и безизлучательной рекомбинации.
8. Каковы основные механизмы рекомбинации ННЗ?
9. Выведите выражение, описывающее спад фотопроводимости.
10. Как меняется время жизни носителей заряда с увеличением концентрации примеси?

***Методические рекомендации***

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, знать схему, метод измерения, физическую сущность ожидаемых результатов. Должен быть подготовлен протокол измерений, содержащий таблицы для записи результатов измерений и основные расчетные формулы. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.

2. Проведение эксперимента. Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Лабораторные измерения на стенде студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. Любые изменения в схеме проводятся при отключении схемы от источника напряжения. Результаты измерения проверяются преподавателем.

При работе в лаборатории необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

3. Составление отчета о проделанной работе. К отчету о выполненной работе предъявляются следующие требования:

Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах в следующей последовательности:

- задание;
- схема установки и описание методики измерений;
- первичные экспериментальные результаты за подписью преподавателя;
- результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы;
- общие выводы о работе и заключение, о качестве исследованных материалов.

Текст отчета должен быть написан аккуратно и разборчиво от руки или представлен в виде распечатки, после компьютерной верстки. В обоих случаях текст должен представлять собой логическое изложение существа вопроса. Недопустимо приведение формул, таблиц без разъяснений всех обозначений и сокращений. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов у составителей отчета.

4. После представления отчета студент должен иметь, как минимум, поверхностные знания по контрольным вопросам к работе, имеющимся в методических указаниях, и ему выставляется балл, которым оценена данная лабораторная работа.

**5.6. Примеры задач к практическим занятиям для формирования требуемых**

## компетенций

(контролируемые компетенции ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3)

1. Уровень Ферми в германии при температуре 300К расположен на 0.1 эВ выше потолка валентной зоны. Рассчитать равновесные концентрации электронов и дырок. Данные по германию: Ширина запрещенной зоны германия при 300К равна 0.665 эВ, эффективная масса электронов и дырок соответственно равна  $0.55m_0$  и  $0.388m_0$  ( $m_0=9.1\cdot 10^{-31}$  кг), постоянная Планка  $h=4.14\cdot 10^{-15}$  эВ·с, постоянная Больцмана  $k=8.62\cdot 10^{-5}$  эВ/К.

2. В собственном германии ширина запрещенной зоны при температуре 300 К равна 0.665 эВ. Насколько надо повысить температуру, чтобы число электронов увеличилось в два раза? Данные по германию: Ширина запрещенной зоны германия при 300К равна 0.665 эВ, эффективная масса электронов и дырок соответственно равна  $0.55m_0$  и  $0.388m_0$  ( $m_0=9.1\cdot 10^{-31}$  кг), постоянная Планка  $h=4.14\cdot 10^{-15}$  эВ·с, постоянная Больцмана  $k=8.62\cdot 10^{-5}$  эВ/К.

## 6. Промежуточная аттестация

7. (контролируемые компетенции ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3)

### 3 семестр

#### 6.1.1. Список основных вопросов к зачету

Изучение дисциплины завершается устным зачетом. Примерный перечень основных вопросов к зачету приведен ниже:

1. Классификация материалов оптоэлектроники и их основные области применения. Роль материалов в развитии современных приборов и устройств оптоэлектроники.
2. Понятие химической связи. Виды химической связи. Характеристики, определяющие природу химической связи (направленность, насыщенность, полярность, энергия связи).
3. Понятие кристаллической решетки. Элементарная ячейка и ее характеристики. Типы кристаллических систем. Решетки Браве. Способы описания индексов кристаллографических плоскостей и направлений. Индексы Миллера. Классификация дефектов кристаллической структуры
4. Понятие фазы. Фазовая структура твердых тел. Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы состояния одно-, двух- и трехкомпонентных систем. Закономерности фазообразования в одно- и многокомпонентных системах.
5. Основные элементы зонной структуры твердых тел. Электронная структура атома. Энергетические уровни и зоны. Особенности энергетических зон полупроводников, металлов и диэлектриков. Понятие фазового пространства. Плотность электронных состояний. Распределение Ферми-Дирака, Максвелла-Больцмана и особенности их применения.
6. Основные положения учения о электропроводности металлов в рамках классического и квантового подходов. Теоретические аспекты теории электропроводности в рамках подхода Друде и Лоренца.
7. Температурная зависимость удельного сопротивления проводников. Температура Дебая.
8. Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление проводников. Правило Матиссена, Нордгейма и Линде.
9. Электрические свойства тонких металлических пленок. Размерный эффект.
10. Проводимость металлов на переменном токе высокой частоты
11. Основные положения теории БКШ. Понятие туннельного контакта. Особенности ВАХ туннельных контактов - нормальный металл - сверхпроводник и сверхпроводник – сверхпроводник.
12. Металлы высокой проводимости: свойства и применение.
13. Металлы и металлические сплавы высокого сопротивления: свойства и применение.

14. Собственные полупроводники. Статистика носителей заряда. Температурная зависимость уровня Ферми.
15. Примесные полупроводники. Статистика носителей заряда. Температурная зависимость уровня Ферми. Условие электронейтральности.
16. Температурная зависимость электропроводности собственных и примесных полупроводников.
17. Неравновесные носители заряда и механизмы их рекомбинации.
18. Взаимодействие полупроводников с электромагнитным излучением. Механизмы поглощения света полупроводниками. Спектральная зависимость коэффициента поглощения. Край фундаментального поглощения. Закон Бугера – Ламберта - Бера.
19. Фотопроводимость полупроводников. Релаксация фотопроводимости.
20. Электропроводность полупроводников в сильных электрических полях. Полевые эффекты. Эффект Ганна и области применения
21. Термогальваномагнитные эффекты в металлах и полупроводниковых материалах.

#### *4 семестр*

##### **6.1.2. Список основных вопросов к устному экзамену**

1. Понятие химической связи. Виды химической связи. Основные особенности и характеристики.
2. Понятие кристаллической решетки. Элементарная ячейка и ее характеристики. Типы кристаллических систем. Решетки Браве. Способ описания кристаллографических плоскостей и направлений
3. Понятие фазы. Фазовая структура твердых тел. Фазовые диаграммы состояния.
4. Основные элементы зонной структуры твердых тел. Энергетические уровни и зоны. Особенности энергетических зон полупроводников, металлов и диэлектриков.
5. Понятие фазового пространства. Плотность электронных состояний. Распределение Ферми-Дирака, Максвелла-Больцмана и особенности их применения.
- 6.
7. Основные положения учения о электропроводности металлов в рамках классического и квантового подходов.
8. Температурная зависимость удельного сопротивления проводников. Температура Дебая. Закон Блоха-Грюнейзена.
9. Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление проводников. Правило Матиссена, Нордгейма и Линде.
10. Электрические свойства тонких металлических пленок. Размерный эффект.
11. Основные положения теории БКШ. Понятие туннельного контакта. Особенности ВАХ туннельных контактов - нормальный металл - сверхпроводник и сверхпроводник – сверхпроводник.
12. Металлы с высоким удельным сопротивлением.
13. Металлы и металлические сплавы с высоким сопротивлением.
14. Припой.
15. Собственные полупроводники. Статистика носителей заряда. Температурная зависимость уровня Ферми.
16. Примесные полупроводники. Статистика носителей заряда. Температурная зависимость уровня Ферми.
17. Условие электронейтральности в примесных полупроводниках. Закон действующих масс.
18. Электропроводность полупроводников. Температурная зависимость электропроводности собственных и примесных полупроводников.
19. Неравновесные носители заряда и механизмы их рекомбинации.
20. Взаимодействие полупроводников с электромагнитным излучением. Механизмы поглощения света полупроводниками. Спектральная зависимость коэффициента поглощения. Край фундаментального поглощения.
21. Фотопроводимость полупроводников. Релаксация фотопроводимости.

22. Фотолюменисценция в полупроводниках.
23. Электропроводность полупроводников в сильных электрических полях. Полевые эффекты. Механизмы электрического пробоя в полупроводниках. Эффект Ганна и области применения
24. Термогальваномагнитные эффекты в металлах и полупроводниковых материалах. Эффект Холла. Эффект Пельтье.
25. Кремний: свойства, получение и применение.
26. Германий: свойства: получение и применение.
27. Арсенид галлия: свойств, получение и применение.
28. Карбид кремния: свойства, получение и применение.
29. Электропроводность простых и сложных диэлектриков. Основные механизмы проводимости.
30. Диэлектрическая проницаемость. Понятие поляризации диэлектриков. Механизмы поляризации.
31. Диэлектрики в сильных электрических полях. Виды электрического пробоя. Понятие электрической прочности диэлектриков.
32. Сегнетоэлектрики. Образование доменной структуры. Зависимость электрической индукции от напряженности электрического поля. Механизм возникновения спонтанной поляризации.
33. Пьезоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффекты. Механизм возникновения поляризации. Принцип работы кварцевого резонатора.
34. Пирозэлектрики. Прямой и обратный пирозлектрический эффекты. Вторичный пирозэффект. Применение пирозэлектриков.
35. Электреты. Способы получения электретов. Применение электретов.
36. Керамика: классификация, микроструктура, свойства, получение и применение.
37. Ситаллы: классификация, микроструктура, свойства, получение и применение.
38. Лазерные стекла: классификация, свойства, получение и применение.
39. Полимерные диэлектрики: общая характеристика и применение в электронной технике.
40. Классификация веществ по магнитным свойствам. Природа магнетизма. Опыт Штерна-Герлаха. Магнитная точка Кюри. Особенности намагничивания материалов. Кривая намагничивания ферромагнетика. Магнитный гистерезис. Эффект Баркгаузена. Доменная структура.
41. Магнитотвердые материалы: свойства и применение.
42. Магнитотвердые материалы: свойства и применение.
43. Магнитные материалы специального назначения. ЦМД –структуры. Нанокompозитные магнитные материалы.
44. Классификация оптических материалов по типу взаимодействия с излучением, строению и области применения.
45. Спектральные и интегральные характеристики оптических материалов.
46. Оптическое поглощение и люминесценция.
47. Правило Стокса. Антистоксова люминесценция. Энергетический и квантовый выход люминесценции.
48. Стеклообразное и кристаллическое состояние вещества.
49. Определение стекла. Понятие интервала превращения.
50. Оптическое бесцветное стекло. Определение, состав, классификация промышленных стекол по их оптическим постоянным.
51. Оптические материалы с особыми свойствами, их характеристики, нормируемые параметры и контроль нормируемых параметров
52. Основные предпосылки появления оптоэлектроники, её место среди родственных научно-технических направлений: электроники, микроэлектроники, оптики.
53. Основные параметры и характеристики взаимодействия излучения с веществом: коэффициенты поглощения и отражения, спектры поглощения и отражения.
54. Закон Бугера-Ламберта. Феноменологическое определение коэффициента поглощения. Типы механизмов поглощения излучения.
55. Материалы для оптоволоконных систем. классификация, свойства, получение и особенности применения.

56. Лазерные стекла.
57. Жидкие кристаллы. Основные физические свойства и структура нематиков, холестериков, смектиков.
58. Параметры, характеризующие структурное состояние жидкого кристалла.
59. Ориентационные свойства нематиков: переход Фредерикса, домены Капустина-Вильямса, динамическое рассеяние света.
60. Оптические свойства нематиков и холестериков. Эффект «гость-хозяин». Принципы управления свойствами жидких кристаллов

### 6.2.1. Методические рекомендации при подготовке к зачету

#### *Методические рекомендации*

Подготовка студентов к зачету включает проработку лекций, в течение семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защиту.

Для подготовки к ответам вопросы зачета (они выдаются в конце семестра) студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

В ходе подготовки к зачету студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к зачету должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

#### *Критерии оценивания*

**«Зачтено»** выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.

При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

**«Не зачтено»** может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.

Таблица 10. *Критерии оценки качества освоения дисциплины, завершающейся зачетом*

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования к уровню сформированности компетенций
61-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Заложенные элементы компетенции сформированы.
36-61	Зачтено (с	Обучающийся имеет знания только основного материала, но

	процедурой сдачи зачета)	не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
менее 36 балла	не допущен к зачету	Демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Элементы компетенции не сформированы.

### 6.2.2. Методические рекомендации при подготовке к экзамену

Подготовка студентов к экзамену включает проработку лекций, в течении семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защиту.

Для подготовки к ответам на экзаменационные вопросы (они выдаются в конце семестра) студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

В ходе подготовки к экзамену студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

### 6.3. Распределение баллов текущего, рубежного контроля и экзамена

№		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3 точка
<b>1.</b>	<b>Текущий контроль</b>				
	посещение занятий	10 баллов	3 балла	3 балла	4 балла
	выполнение и защита лабораторных работ	21 балл	7 баллов	7 баллов	7 баллов
<b>2.</b>	<b>Рубежный контроль</b>				
	тестирование	15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
	<b>Итого</b>	<b>70 баллов</b>	<b>23 балла</b>	<b>23 балла</b>	<b>24 балла</b>
<b>3.</b>	<b>Экзамен</b>	<b>30 баллов</b>	<b>min – 15, max – 30 баллов</b>		

### 6.4. Критерии оценивания

При освоении дисциплины формируются компетенции *ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3*. Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными

- компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);
  - закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, практики, выпускная квалификационная работа).

Сформированность компетенций в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- базовый уровень (**оценка «удовлетворительно»**) является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень (**оценка «хорошо»**) характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенций по завершении освоения дисциплины;
- высокий уровень (**оценка «отлично»**) характеризуется максимально возможной выраженностью компетенций и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

**Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2.**

#### **8. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
<p><b>ОПК-1.</b> Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем и применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные физические процессы и явления, протекающие в материалах, которые используются в технологии изделий оптических и оптоэлектронных приборов;</li> <li>- классификацию, свойства, технологию получения и применения основных материалов оптоэлектроники;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- делать обоснованный выбор материалов для конкретного применения в технологии изделий оптических и оптоэлектронных приборов с учётом свойств, эксплуатационных характеристик и влияния внешних факторов;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расчета, измерения и контроля основных параметров материалов электронной техники;</li> </ul>	
<p><b>ОПК-5.</b> Способен выявлять естественнонаучную</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>физические основы базовых</p>	<p>Выполнение и защита лабораторных работ;</p>

<p>сущность проблем и применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.</p>	<p>методов измерения и контроля свойств материалов, используемых в технологии оптических и оптоэлектронных приборов.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с информационно-справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам оптоэлектроники и их свойствам, ориентированно на решение задач в профессиональной области;</li> <li>- использовать математический аппарат для расчетов свойств материалов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельного изучения и решения вопросов и задач материаловедческого аспекта в профессиональной области;</li> <li>- навыками обработки и представления экспериментальных данных.</li> </ul>	<p> типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 6.</i>).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 6.</i>).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 6.</i>).</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

### Основная литература

1. Пасынков, В. В. Материалы электронной техники: учеб. / В. В. Пасынков, В. С. Сорокин. - 5-е изд., стереотип. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003. - 367 с. (47экз., Библиотека КБГУ, Режим доступа: <https://djvu.online/file/QhK5GPfLED73?ysclid=m2yk6zv923630875871>, дата обращения 24.10.2024г.).
2. Материалы электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Гатчин, В. Л. Ткалич, П. А. Камаев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2010. — 112 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67263.html> (дата обращения 24.10.24г.)
3. Материалы микро- и оптоэлектроники: кристаллы и световоды : учебное пособие для вузов / Л. В. Жукова, А. С. Корсаков, Д. С. Врублевский ; под научной редакцией Б. В. Шульгина. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01703-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538850> (дата обращения: 24.10.2024).
4. С.С.Вильчинская, В.М. Лисицын Учебное пособие Оптические материалы и технологии, ТПУ, Томск 2011.( Режим доступа: <http://portal.tpu.ru/departments/kafedra/list/docs/2011-OMTb.pdf> (дата обращения 24.10.2024г)

### Дополнительная литература

1. Земсков, Ю. П. Материаловедение: учебное пособие / Ю. П. Земсков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 188 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206225>

## Периодические издания

Перечень периодических изданий, получаемых библиотекой КБГУ, в которых студент может ознакомиться с современными достижениями в области электроники, микро и наноэлектроники:

- Физика. (Физика полупроводниковых проводников и диэлектриков, квантовая электроника). Известия ВУЗов.
- Электроника.
- Физика и техника полупроводников.
- Микроэлектроника.
- Квантовая электроника.
- Радиоэлектроника
- Материалы электронной техники.
- Физика твердого тела
- Известия вузов.

## Интернет-ресурсы

1. <http://lib.kbsu.ru/> - Библиотека КБГУ.
2. <http://www.garant.ru/> - Справочная правовая система «Гарант».
3. <http://www.consultant.ru/> -Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
4. <http://www.studmedlib.ru> - ЭБС «Консультант студента»
5. [http://www.ph4s.ru/book\\_electronika.html](http://www.ph4s.ru/book_electronika.html) - Образовательный проект А.Н. Варгина
6. <http://www.Russianelectronics.ru> -портал «Время электроники»;
7. <http://www.platan.ru> – каталог электронных компонентов;
8. <https://www.sciencedirect.com/> - Полнотекстовая база данных ScienceDirect.

## 10. Программное обеспечение современных информационно- коммуникационных технологий

1. Студенты имеют доступ через Интернет доступ к единому образовательному portalу, где в открытом доступе имеются ресурсы учебно-методической литературы, являющиеся разработками ведущих вузов России.

2. Для рейтингового контроля используется система компьютерного тестирования на базе программного обеспечения Moodle.

3. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины включает в себя:

- **учебная аудитория для проведения учебных занятий – 238**, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, интерактивная доска, доска стационарная). Комплект учебной мебели – 24 посадочных места.

- **учебная лаборатория для проведения учебных занятий – 133**. Оснащена лабораторным оборудованием:

Лабораторный стенд по изучению термоэлектрических явлений;  
Установка для измерения удельного сопротивления тонких пленок;  
Лабораторный стенд изучения магнитных свойств;  
Лабораторный стенд по измерению удельного сопротивления методом 4-х зондов;  
Лабораторный стенд по измерению вольтамперных характеристик полупроводниковых элементов;  
Лабораторный стенд измерения параметров полупроводниковых материалов по релаксации фотопроводимости;  
Лабораторный стенд по измерению спектральных зависимостей коэффициента поглощения материала;  
Лабораторный стенд измерения ЭДС Холла;  
Оптический микроскоп высокого разрешения LATIMET-20;  
Измеритель характеристик полупроводниковых приборов Л2-56;  
Цифровые вольтметры, генераторы – 2 шт., осциллографы, источники питания, мультиметры и др.;  
Персональные компьютеры -2 шт.  
Ноутбуки - 3 шт.  
Доска стационарная, комплект учебной мебели – 18 посадочных мест.

– **помещение для самостоятельной работы - 311.** Электронный читальный зал №3. Читальный зал естественных и технических наук. Оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 22 посадочных места. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

– **Помещение для самостоятельной работы – 115.** Электронный читальный зал №1. Оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 28 посадочных мест. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Мультимедийная презентация, сопровождающая лекцию, позволяет преподавателю акцентировать внимание студенческой аудитории на ключевых вопросах лекции.

Дисциплина обеспечена:

- тестовым материалами в электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет);
- книжным фондом библиотеки;
- электронными версиями лекций и учебников.

Студенты имеют доступ через Интернет доступ к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные курсы в свободном доступе для студентов университета.

Для проведения занятий имеется необходимый комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются *лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программы:*

*договор №34-3А от 15.07.2024 г.*

- Антивирусное средство для защиты ПК (продление) Kaspersky Endpoint Security.
- Система оптического распознавания текста (продление) SETERE OCR
- Многофункциональный редактор (продление) Content Reader PDF 15 Business.
- РЕД ОС. Техническая поддержка для образовательных учреждений на 1 год. Конфигурация: Сервер. Стандартная редакция. Базовый уровень.
- РЕД ОС. Техническая поддержка для образовательных учреждений на 1 год. Конфигурация: Рабочая станция. Стандартная редакция. Базовый уровень.
- Российский кроссплатформенный пакет приложений для совместной работы с офисными документами Р7-Офис.
- Многофункциональный кроссплатформенный графический редактор AliveColors Business.
- Программный продукт, основанный на исходном коде свободного проекта Wine, предназначенный для запуска Windows-приложений на операционных системах семейства Linux.

свободно распространяемые программы:

7Zip;

DjVu Plug-in;

Система локальной сети КБГУ предоставляет возможность одновременной работы большого количества пользователей как в локальной сети вуза, так и через сеть «Интернет» с соблюдением требований информационной безопасности и ограничением доступа к информации. Электронная информационно – образовательная среда КБГУ позволяет осуществлять работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне вуза.

**Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;
4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь

с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.



Критерии оценки качества освоения дисциплины

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно о /диф. зачет	Продвинутой уровень хорошо/ диф. зачет	Высокий уровень отлично/ диф. зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
<b>ОПК-1.</b> Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем и применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико- электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения. <b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b> <b>ОПК-С.1.1.</b> Способен	<b>Знать:</b> - основные физические процессы и явления, протекающие в материалах, которые используются в технологии изделий оптических и оптоэлектронных приборов; - классификацию, свойства, технологию получения и применения основных материалов оптоэлектроники; - физические основы базовых методов измерения и контроля свойств материалов, используемых в технологии оптических и оптоэлектронных приборов.	Не знает	отсутствие знаний о специфике предметной области при выборе материалов исходя из конструкционных, функциональных и эксплуатационных характеристик.	неполные знания о специфике предметной области при выборе материалов исходя из конструкционных, функциональных и эксплуатационных характеристик.	в целом успешные знания о специфике предметной области при выборе материалов исходя из конструкционных, функциональных и эксплуатационных характеристик.	Полностью сформированные знания о специфике предметной области при выборе материалов исходя из конструкционных, функциональных и эксплуатационных характеристик.

<p>выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико- электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико- электронных систем специального назначения.</p> <p><b>ОПК-5.</b> Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем и применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико- электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико- электронных систем специального назначения</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- делать обоснованный выбор материалов для конкретного применения в технологии изделий оптических и оптоэлектронных приборов с учётом свойств, эксплуатационных характеристик и влияния внешних факторов;</li> <li>- работать с информационно- справочными и поисковыми системами для поиска информации по материалам оптоэлектроники и их свойствам, ориентированно на решение задач в профессиональной области;</li> <li>- использовать математический аппарат для расчетов свойств материалов.</li> </ul>	<p>Не умеет</p>	<p>Отсутствие или частичное умение проводить экспериментальные исследования и измерения с использованием методов обработки видеоданных и анализа информации.</p>	<p>недостаточное умение проводить экспериментальные исследования и измерения с использованием методов обработки видеоданных и анализа информации.</p>	<p>в целом успешное умение проводить экспериментальные исследования и измерения с использованием методов обработки видеоданных и анализа информации.</p>	<p>полностью сформированное умение проводить экспериментальные исследования и измерения с использованием методов обработки видеоданных и анализа информации.</p>
<p>функционирования электронных и оптико- электронных систем специального назначения</p> <p><b>Код и наименование индикатора достижения компетенции:</b></p> <p><b>ОПК-С.5.1.</b>Способен проводить экспериментальные</p>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками - самостоятельного изучения и решения вопросов и задач материаловедческого аспекта в профессиональной области;</li> <li>- навыками обработки</li> </ul>	<p>Не владеет</p>	<p>Отсутствие или частичное владение методами и навыками - самостоятельного изучения и решения вопросов и задач материаловедческого аспекта в профессиональной</p>	<p>недостаточное владение методами и навыками - самостоятельного изучения и решения вопросов и задач материаловедческого аспекта в профессиональной области, включая</p>	<p>в целом успешное владение методами и навыками - самостоятельного изучения и решения вопросов и задач материаловедчес</p>	<p>полностью сформированное владение методами и навыками - самостоятельного изучения и решения вопросов и задач материаловедческого аспекта в профессиональной</p>

<p>исследования и измерения с использованием методов обработки видеоданных и анализа информации.  <b>ОПК-С.5.2.</b> Способен проводить научные исследования с учетом специфики оптического приборостроения, оптических материалов и технологий.  <b>ОПК-С.5.3.</b> Способен представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности.</p>	<p>и представления экспериментальных данных.</p>		<p>области, включая навыки обработки и представления экспериментальных данных.</p>	<p>навыки обработки и представления экспериментальных данных</p>	<p>кого аспекта в профессиональной области, включая навыки обработки и представления экспериментальных данных</p>	<p>области, включая навыки обработки и представления экспериментальных данных.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------