



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института  
электроэнергетики и электроники

\_\_\_\_\_ Р.В. Ахметова  
«30» мая 2023 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.02.03 Технология материалов и элементов электронной техники

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность(и)  
(профиль(и)) Материалы и технологии электроники  
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
МВТМ	канд. техн. наук, доцент	Женжурист И.А.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	МВТМ	19.04.2023	9	_____ Заф.каф., д.х.н., доц. Давлетбаев Р. С.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	№8	_____ Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	№9	_____ Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

*(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)*

Целью освоения дисциплины «Технология материалов и элементов электронной техники» является:

- формирование знаний по особенностям технологии производства диэлектрических, композиционных и полупроводниковых материалов, физической сущности процессов, лежащих в основе производства материалов и элементов электронной техники. Изучение технологических основ подготовки сырья и обработки (механической, термической, технологической) готовых материалов; способов управления свойствами материалов и элементов электронной техники.

Задачами дисциплины являются:

- выработка у студентов умения решать профессиональные проблемы инженерного обеспечения разработки и реализации современных технологических процессов производства материалов и элементов электронной техники;

- установление причинно-следственной связи технологии производства с составом, строением и свойствами материалов электронной техники;

- установление физико-химических закономерностей изменения строения и свойств материалов электронной техники от технологии их производства и других факторов;

- изучить конкретные процессы получения важнейших материалов и элементов электронной техники;

- ознакомить с перспективами и тенденциями развития технологии материалов и элементов электронной техники в связи с современными требованиями электроники.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 Способен использовать на практике знания о структуре, свойствах, назначении и технологиях получения материалов, наноструктур	ПК-1.1. Применяет знания о структуре, физико-химических свойствах, технологиях материалов и наноструктур при исследовании их параметров и модификации
ПК-2 Способен аргументированно выбирать и применять методы исследования параметров структуры и свойств материалов в электронике	ПК-2.2. Выполняет исследования причинно-следственной связи состава, структуры, свойств материалов и закономерностей их изменения под действием различных внешних факторов, а также технологических процессов их получения, обработки и модификации

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины : «Физика», «Математика», «Химия», «Информационные технологии», «Материаловедение», «Физические основы электроники».

Последующие дисциплины : «Физика и диагностика поверхности», Композиционные материалы», «Наноматериалы и нанотехнологии», «Наноэлектроника», «Методы исследования наноструктур и наноматериалов», Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестры	
			5	6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	10	360	216	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	164	88	76
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,72	98	68	30
Лекции	0,94	34	34	-
Практические (семинарские) занятия	1,34	48	18	30
Лабораторные работы	0,44	16	16	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	5,28	190	112	78
Проработка учебного материала	3,28	118	112	6
Курсовой проект	2	72	-	72
Подготовка к промежуточной аттестации	2	72	36	36
Промежуточная аттестация:			Э	Э

#### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1		4	4	6	37	ТК1	ПК-1.1, ПК-2.2
Раздел 2		28	8	6	38	ТК2	ПК-1.1, ПК-2.2
Раздел 3		2	4	6	37	ТК3	ПК-1.1, ПК-2.2
Экзамен	36				36	<b>ОМ 1</b>	ПК-1.1, ПК-2.2
<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>36</b>		
Раздел 1				10	2		ПК-1.1, ПК-2.2
Раздел 2				10	2		ПК-1.1, ПК-2.2
Раздел 3				10	2		ПК-1.1, ПК-2.2
Курсовой проект	65				72	<b>ОМкп</b>	ПК-1.1., ПК-2.2
Экзамен	36				36	<b>ОМ 2</b>	ПК-1.1., ПК-2.2
<b>Итого за 6 семестр</b>				<b>30</b>	<b>144</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>360</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	<b>190</b>		

### **3.3. Содержание дисциплины**

#### **Содержание разделов (лекций)**

#### **Раздел 1. Материалы и элементы электронной техники**

Тема 1.1. Классификация, основные характеристики и назначение материалов и элементов электронной техники. Приводится классификация и характеристики диэлектрических, полупроводниковых, композиционных и пленочных материалов. Основные и вспомогательные элементы электронной техники.

#### **Раздел 2. Технологии материалов и элементов электронной техники**

Тема 2.1. Общая характеристика технологии, основные этапы и процессы для получения материалов и элементов электронной техники, основное оборудование и их характеристики. Физико-механическая, физико-химическая, термическая обработка в технологиях получения материалов и элементов электроники. Основные этапы формирования структуры и свойств материалов электронной техники.

Тема 2.2. Технология процессов переработки сырьевых материалов, процессы затвердевания и легирования в технологии материалов электронной техники. Основные параметры и требования к сырьевым материалам. Методы анализа характеристик сырья, материалов и готовой продукции.

Тема 2.3. Технология получения монокристаллических и некристаллических материалов, керамических материалов и ситаллов. Основные технологические этапы производства, физико-химические процессы, фазовые преобразования в процессе получения материала. Основное и вспомогательное оборудование, контролируемые технологические параметры. Примеры технологических схем производства.

Тема 2.4. Методы формирования свойств монокристаллических материалов. Диаграммы состояния сплавов, основные фазовые переходы в технологических процессах. Технология люминесцирующих материалов и материалов эмиссионной электроники. Примеры технологических схем производства, основные технологические параметры и оборудование.

Тема 2.5. Материалы, технология и оборудование изображения в планарной технологии, интегральные устройства на ее основе. История создания, этапы технологии создания микросхем. Эпитаксиальное осаждение полупроводника на кристаллическую подложку и процесс создания полупроводниковой микросхемы.

Тема 2.6. Технология и типовое оборудование для получения тонких пленок. Перспективные направления развития тонкопленочной технологии, нанотехнология. Преимущества и особые свойства тонкопленочного покрытия. Перспективы использования многослойных диэлектрических систем, диэлектрических и металлических слоев, перспективы для создания градиентных лазерных зеркал, перспективы использования технологии осаждения градиентных слоев через пульсирующие диафрагмы на оптические элементы.

**Раздел 3. Вспомогательные процессы в технологии материалов и элементов электронной техники.**

Тема 3.1. Вакуумная гигиена и вспомогательные процессы на предприятиях электронной промышленности. Особенности проектирования и решения экологических вопросов в производстве материалов и изделий электронной техники. Экономические вопросы в технологии материалов и элементов электронной техники.

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела/ темы дисциплины	Тема практических занятий	Трудоемкость, час
1.1	Основы кристаллографии- типы кристаллической структуры материалов. Расчет плотности поликристаллических материалов рентгенографическим методом, качественный рентгенофазовый анализ.	2
2.1	Поляризация диэлектриков Токи и диэлектрические потери в диэлектрике.	2
2.2	Расчет шихтового состава керамической массы, технологических параметров масс (влажность, ПАВ). Изменение фазового состава и свойств керамики при нагревании по диаграмме состояния	2
2.3	Расчет равновесного и эффективного коэффициента распределения при кристаллизации и выращивании монокристаллов. Свойства полупроводниковых материалов	2
2.4	Свойства проводниковых материалов. Расчет основных параметров технологии литья под давлением.	2
2.5	Расчет шихты для синтеза стекла. Физико-химические свойства стекол. Фокусирующие элементы интегральной оптики	2
2.5	Расчет величины эффективности сопряжения для волнового слоя поперечного элемента ввода / вывода излучения из волноводов.	2
2.6	Расчет технологических операций процесса термоформирования пластмасс и процесса нагрева тел.	2
2.6	Стеклообразные покрытия на подложках , технологические расчеты роста покрытия из парогазовой фазы.	2
	Всего	18

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела/ темы дисциплины	Тема практических занятий	Трудоемкость, час
--------------------------------	---------------------------	-------------------

2.2	Исследование дисперсного состава измельченных материалов, грансостав порошков. Определение свойств порошков неорганических материалов.	4
2.3	Кристаллизация солей из раствора, очистка поверхности материалов и элементов электронных приборов.	4
2.4	Определение свойств керамических масс и водных шликеров ( набухаемость, коллоидальность, текучесть).	4
2.5	Исследование свойств стекол и диэлектрика, влияние температуры	4
	Всего :	16

### **3.6. Курсовой проект (возможные варианты тем курсовых проектов).**

1. Разработка технологического процесса синтеза стеклообразного материала.
2. Разработка технологического процесса синтеза термореактопласта.
3. Разработка технологического процесса синтеза реактопласта.
4. Разработка технологического процесса синтеза слоистых пласмасс для подложек ИМС.
5. Разработка технологического процесса получения полупроводников для интегральных микросхем.
6. Разработка технологии вакуумно-термического напыления пленочного покрытия.
7. Разработка технологии вакуумного выращивания монокристаллов.
8. Разработка твердожидкостной технологии выращивания монокристаллов.
9. Разработка технологического процесса изготовления ситаллов.
10. Разработка технологического процесса изготовления керамического материала.
11. Разработка технологического процесса изготовления люминисцирующего материала.
12. Разработка технологии производства материала эмиссионной электроники.
13. Разработка технологии производства линзы элемента интегральной оптики.
14. Разработка технологии покрытия по керамической подложке.
15. Разработка технологии механической обработки полупроводникового материала.
16. Разработка технологического процесса теххимической обработки материала электронной техники.
17. Разработка технологии производства металлического материала электронной техники методом литья.
18. разработка технологического процесса механической обработки материала электронной техники.
19. Разработка технологии производства стекловолкна.
20. Разработка технологии производства керамического материала

методом горячего прессования.

21. Разработка технологии газофазного покрытия керамической подложки.

22. Разработка технологии производства боросиликатных оптических стекол.

23. Разработка технологии производства термопластов.

24. Разработка технологии производства реактопластов.

25. Разработка технологии нанесения диэлектрической пленки на кремний при высокотемпературном окислении.

26. Разработка технологии производства магнитных ферритовых изделий.

27. Разработка технологии производства керамического конденсатора.

28. Разработка технологии производства диэлектрических пластин

#### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1 Способен использовать на практике знания о структуре, свойствах, назначении и технологиях получения материалов, наноструктур.	ПК-1.1. Применяет знания о структуре, физико-химических свойствах, технологиях материалов и наноструктур при исследовании их параметров и модификации	знать:				
		Структуру, физико-химические свойства, технологии материалов и элементов электронной техники и наноструктур при исследовании	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место

		ании их параметров и модификации				
		уметь:				
		Применять знания о структуре, физико-химических свойствах, технологиях материалов и наноструктур при исследовании их параметров и модификации	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		владеть:				
		Навыками и применяют знания о структуре, физико-химических свойствах, технологиях материалов и наноструктур при исследовании их	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

		параметров и модификации				
	ПК-2.2. Выполняет исследования причинно-следственной связи состава, структуры, свойств материалов и закономерностей их изменения под действием различных внешних факторов, а также технологических процессов их получения, обработки и модификации	знать:				
		Методы исследования параметров структуры и свойств материалов в электронике	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
ПК-2 Способен аргументированно выбирать и применять методы исследования параметров структуры и свойств материалов в электронике		уметь:				
		Применять методы исследования параметров структуры и свойств материалов в электронике	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		владеть:				

		Методам и исследования параметров структур и свойств материалов в электронике	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
--	--	---	--	---	---	---

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

1. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-2003-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212135>

2. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники : учебник для вузов : в 2 томах / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 2 : Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. — 2022. — 380 с. — ISBN 978-5-507-44648-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/238514>

3. Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3986-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206276>

4. Александрова, О. А. Введение в технологию материалов микроэлектроники. В 3 частях. Часть 1. От минерального сырья к монокристаллу / О. А. Александрова, А. О. Лебедев, Е. В. Мараева. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 172 с. — ISBN 978-5-507-45479-2. — Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/302354>

### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие / Л. Н. Орликов. — Москва : ТУСУР. — Часть 1 — 2012. — 98 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4932>

2. Орликов, Л. Н. Технология материалов и изделий электронной техники : учебное пособие / Л. Н. Орликов. — Москва : ТУСУР. — Часть 2 — 2012. — 100 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4931>

3. Битнер, Л. Р. Материалы и элементы электронной техники / Л. Р. Битнер. — Москва : ТУСУР, 2003. — 169 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10948>

4. Булатов, А.Р. Методы измерения параметров материалов и элементов электронной техники: учебное пособие по курсу «Материалы и элементы электронной техники» /А.Р. Булатов. – Казань: КГЭУ, 2004. – 119 с.

5. Легостаев, Н. С. Материалы электронной техники : учебное пособие / Н. С. Легостаев. — Москва : ТУСУР, 2014. — 239 с. — ISBN 978-5-86889-679-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110346>

6. Ситникова, С. В. Материалы и компоненты электронной техники : учебно-методическое пособие / С. В. Ситникова, А. С. Арефьев. — Самара : ПГУТИ, 2021 — Часть 1 — 2021. — 95 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/301187>

7. Ситникова, С. В. Материалы и компоненты электронной техники : учебно-методическое пособие / С. В. Ситникова, А. С. Арефьев. — Самара : ПГУТИ, 2021 — Часть 2 — 2021. — 75 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/301190>

6. Лабораторный практикум по курсу "Материалы и элементы электронной техники : учебно-методическое пособие / В. И. Ратушный, А. Ю. Смолин, Н. В. Литвин, Н. В. Капустина. — Москва : НИЯУ МИФИ, [б. г.]. — Часть 1 — 2012. — 44 с. — ISBN 978-5-7262-1590-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75728> (дата обращения: 03.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Давыдов, В. Н. Элементы электронной техники : учебно-методическое пособие / В. Н. Давыдов. — Москва : ТУСУР, 2019. — 81 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/313037>

### 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Тестовая программа АСТ – тест.
2. Microsoft Office
3. Виртуальный лабораторный комплекс «Сопротивление материалов»
4. ПО «Сегнетоэлектрики»
5. Электронный курс обучения «Виртуальная лаборатория по материаловедению» в LMS Moodle (<https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=2790>).

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://www.minobrnauki.gov.ru/">https://www.minobrnauki.gov.ru/</a>	<a href="https://www.minobrnauki.gov.ru/">https://www.minobrnauki.gov.ru/</a>
2	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>
3	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
5	КиберЛенинка	<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>	<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>
6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
7	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
8	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
9	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
10	Архив журналов РАН	<a href="https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3">https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3</a>	<a href="https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3">https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3</a>
11	Физика твёрдого тела	<a href="http://journals.ioffe.ru">journals.ioffe.ru</a>	<a href="http://journals.ioffe.ru">journals.ioffe.ru</a>
12	Физика и техника полупроводников	<a href="http://journals.ioffe.ru">journals.ioffe.ru</a>	<a href="http://journals.ioffe.ru">journals.ioffe.ru</a>
13	Университетская информационная система Россия	<a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a>	<a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a>
14	Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
15	Мировая цифровая библиотека	<a href="http://wdl.org">http://wdl.org</a>	<a href="http://wdl.org">http://wdl.org</a>

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Apps">http://app.kgeu.local/Home/Apps</a>	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Apps">http://app.kgeu.local/Home/Apps</a>
2	«Гарант»	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
3	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Типовой комплект учебного оборудования "Электротехнические материалы"	Стенд для проведения учебных занятий	ООО "Лабстенд" №122/2020 Неискл.право. Бессрочно
2	Комплекс компьютерных имитационных тренажеров "Сопротивление материалов"	Комплекс тренажеров по теме сопротивления материалов	ООО "Инфотех" №21/19 Неискл. право. Бессрочно
3	Комплекс компьютерных имитационных тренажеров "Материаловедение"	Комплекс тренажеров по теме материаловедение	ООО "Инфотех" №21/19 Неискл. право. Бессрочно
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
6	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
7	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
8	Adobe Flash Player	Подключаемый модуль для браузера и среды выполнения веб-приложений	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

### 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные	А 202	доска аудиторная; мультимедийный

	занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	экран; проектор; моноблок (15 шт.)
2	Лекционные и практические занятия	<p>А 217</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых консультаций, занятия семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения курсового проекта.</p>	<p>Доска аудиторная; мультимедийный экран; проектор; моноблок (15 шт.)</p> <p>Програмное обеспечение:</p> <p>1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011 лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>2. Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+: договор №21/2010 от 04.05.2010, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>3. Браузер Chrome. Свободная лицензия. тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>4. Adobe Reader. Свободная лицензия. тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>5. Adobe Flash Player. Свободная лицензия. тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>6. 7-zip. Свободная лицензия. тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>7. LMS Moodle: Свободная лицензия. тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>8. Комплекс компьютерных имитационных тренажёров ""Соппротивление материалов"": договор №12/19 от 03.09.19, лицензиар - ООО НПФ ""ИНФОТЕХ"", тип (вид) лицензии - дистрибутив с комплексом в формате SCORM 2004, срок действия лицензии - неограничено.</p> <p>9. Комплекс компьютерных имитационных тренажёров ""Материаловедение"": договор №12/19 от 03.09.19, лицензиар - ООО НПФ ""ИНФОТЕХ"", тип (вид) лицензии - дистрибутив с комплексом в формате SCORM 2004, срок действия лицензии - неограничено</p>

3	Лабораторные работы	<p style="text-align: center;">А 210</p> <p style="text-align: center;">Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий</p>	<p>Лабораторный стол; электронагреватель СНОЛ-1; печь лабораторная ЭКПС; проектор, экран; комплекс «Мобильный менеджер»; металлографический микроскоп МИМ-7; микроскоп бинакулярный (5 шт.); отрезной станок; микроскоп металлографический; шлифовально-полировальный станок двухдисковый с прижимными кольцами; комплекты для выполнения лабораторных работ (2 шт.); стационарный твердомер по Роквеллу (2 шт.); комплект образцов (6шт.)</p> <p>20 посадочных мест, доска аудиторная</p>
4	Самостоятельная работа	<p style="text-align: center;">Компьютерный класс с выходом в Интернет</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Читальный зал библиотеки</p>	<p>Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран).</p> <p>Программное обеспечение:</p> <p>1. Windows 10: договор № Tr096148 от 29.09.2020, лицензиар - ООО ""Софтлайн трейд"", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - до 14.09.2021</p> <p>2. Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+: договор №21/2010 от 04.05.2010, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно</p> <p>3. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл.право, срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>4. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл.право, срок действия лицензии - бессрочно</p> <hr/> <p>Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеочамеры, программное обеспечение</p> <hr/> <p>Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение</p>

	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта А 217	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение
--	--	---

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой

справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его

сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**КГУ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**11.03.04. Технология материалов и элементов электронной техники**

Направление подготовки	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Направленности (профили)	Материалы и технологии электроники
Квалификация	Бакалавр

г. Казань, 2023







**2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации**  
Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1 Способен использовать на практике знания о структуре, свойствах, назначении и технологиях получения материалов, наноструктур.	ПК-1.1. Применяет знания о структуре, физико-химических свойствах, технологиях материалов и наноструктур при исследовании их параметров и модификации	знать:				
		Структуру, физико-химические свойства, технологии и материалы элементов электронной техники и наноструктур при исследовании их параметров и модификации	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		уметь:				
		Применять знания о структуре, физико-химических свойствах	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные

		х, технолог иях материал ов и наностру ктур при исследов ании их параметр ов и модифик ации	ми несущест венными недочета ми, выполнен ы все задания в полном объеме	и ошибками , выполнен ы все задания в полном объеме, но некоторые с недочета ми	ошибками , выполнен ы все задания, но не в полном объеме	умения, имеют место грубые ошибки
		владеть:				
		Навыкам и применят ь знания о структур е, физико- химическ их свойства х, технолог иях материал ов и наностру ктур при исследов ании их параметр ов и модифик ации	Продемон стрирован ы навыки при решении нестандар тных задач без ошибок и недочетов	Продемон стрирован ы базовые навыки при решении стандартн ых задач с некоторы ми недочета ми	Имеется минималь ный набор навыков для решения стандартн ых задач с некоторы ми недочета ми	При решении стандарт ных задач не продемо нстриров аны базовые навыки, имеют место грубые ошибки
	ПК-2.2. Выполняет исследовани я причинно- следственно й связи состава, структуры, свойств материалов и закономерно	знать:				
		Методы исследов ания параметр ов структур ы и свойств материал ов в электрон	Уровень знаний в объеме, соответст вующем программ е подготовк и, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответст вующем программ е, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимал ьно допустим ый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимал ьных требован ий, имеют место

	стей их изменения	ике				
		уметь:				
ПК-2 Способен аргументированно выбирать и применять методы исследования параметров структуры и свойств материалов в электронике	под действием различных внешних факторов, а также технологических процессов их получения, обработки и модификации	Применять методы исследования параметров структуры и свойств материалов в электронике	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		владеть:				
		Методами исследования параметров структуры и свойств материалов в электронике	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *контрольных и расчетных работ в семестре; глубокое понимание структуры, физико-химических свойств, технологии получения материалов, элементов электронной техники, наноструктур, методов исследования их параметров и модификации, сдаполные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *контрольных и расчетных работ в семестре; понимание структуры, физико-химических свойств, технологии получения материалов, элементов электронной техники,*

наноструктур, методов исследования их параметров и модификации, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение контрольных и расчетных работ в семестре;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение контрольных и расчетных работ в семестре .

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Контрольная работа (КнР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Курсовой проект (КП),	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины.**

*Пример заданий*

**Для текущего контроля.**

Полный комплект заданий, материалов и требований к отчетам,

необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, в том числе лабораторных и практических работ, хранится на кафедре в методических материалах по лабораторным и практическим работам.

***Пример заданий для контрольных работ 5 семестра.***

*По разделу 1:*

*Вариант 1:*

1. Приведите примеры элементов и материалов электронной техники.
2. Приведите области использования керамических материалов.

*Вариант 2.*

1. Приведите примеры полимеров для изготовления пленочных материалов электронной техники.
2. Приведите области использования сегнето- и пьезокерамики.

*Вариант 3.*

1. Приведите примеры полупроводниковых материалов.
2. Особенности структуры и свойств полупроводниковых материалов.

*Вариант 4.*

1. Приведите примеры диэлектрических материалов.
2. Особенности структуры и свойств диэлектриков.

*Вариант 5.*

1. Приведите примеры композиционных материалов электронной техники.
2. Особенности структуры и свойств композитных материалов.

*По разделу 2:*

*Вариант 1:*

1. Перечислите основные этапы технологии получения материала.
2. Приведите методы получения монокристаллических материалов.

*Вариант 2.*

1. Перечислите основные этапы технологии керамики.
2. Приведите примеры методов получения пленок из стекла.

*Вариант 3.*

1. Перечислите основные этапы технологии получения монокристаллических материалов .
2. Опишите суть процесса получения тонких пленок катодным распылением.

*Вариант 4.*

1. Приведите виды механической обработки полупроводниковых материалов.
2. Перечислите области применения диффузионно-термических процессов в технологии получения материалов электронной техники.

*Вариант 5.*

1. Особенность работы установки магнетронного распыления.
2. Этапы технологии получения люминесцирующих материалов.

*По разделу 3:*

*Вариант 1:*

1. Приведите примеры вспомогательных процессов на предприятиях

электронной промышленности.

2. В чем сущность процессов очистки веществ с помощью ХТР?

*Вариант 2:*

1. Назовите процессы очистки и разделения при дистилляции.

2. В чем особенность тепловых условий и их влияние на различные факторы производства материалов электронной техники.

*Вариант 3:*

1. Вакуумная гигиена и ее цель на предприятиях электронной промышленности.

2. Приведите основные контролируемые параметры производственных помещений.

*Вариант 4:*

1. Роль газо- и водоподготовки в технологии производства материалов электронной техники.

2. Классификация производственных помещений по гигиеническим требованиям.

*Вариант 5:*

1. Основные характеристики химико-технологических процессов на предприятиях электронной техники.

2. Приборы для контроля основных параметров технологических процессов получения материалов электронной техники (температуры, вакуума, давления, влажности и др.).

***Пример заданий для контрольной работы 6 семестра.***

*Вариант 1:*

1. Приведите примеры этапов и процессов переработки сырьевых материалов.

2. Поясните цель очистки компонентов в технологиях получения материалов электронной техники.

*Вариант 2:*

1. В чем особенности проектирования производства материалов электронной техники?

2. Качественный рентгенофазовый анализ, пример расчета плотности поликристаллического материала.

*Вариант 3:*

1. Объясните явление поляризации диэлектриков, назовите виды поляризации, токи, понятие диэлектрических потерь.

2. Приведите пример расчета шихтового состава керамического материала.

*Вариант 4:*

1. Приведите пример расчета коэффициентов распределения при кристаллизации и выращивании монокристаллов.

2. Приведите основные свойства полупроводниковых материалов.

*Вариант 5:*

1. Приведите пример технологического расчета роста покрытия из парогазовой фазы.

2. Приведите основные параметры технологии литья под давлением в технологии проводниковых материалов и пластмасс.

### **1. Для промежуточной аттестации.**

*Пример экзаменационных вопросов по 5 семестру*

*По разделу 1:*

1. Приведите примеры материалов электронной техники.
2. Приведите примеры элементов электронной техники.
3. Какие материалы используются для электронной техники?
4. Приведите области использования волокнистых материалов.
5. Какие волокна используются в системах связи, лазерной технике.
6. Приведите области использования керамических материалов.
7. Приведите области использования сегнето- и пьезокерамики.
8. Приведите области использования ситаллов.
9. Виды пленочных материалов для изготовления элементов электронной техники.
10. Приведите области использования ферритов.

*По разделу 2:*

1. Примеры этапов и процессов переработки сырьевых материалов.
2. Перечислите основы технологии материалов электронной техники.
3. Перечислите методы выращивания монокристаллов.
4. Перечислите основные этапы технологии керамики.
5. Перечислите основные этапы технологии получения волокнистых материалов.
6. Перечислите основные этапы нанесения тонких пленок на материалы электронной техники.
7. Назовите особенности технологии формирования изображения.
8. Приведите примеры методов получения пленок из стекла.
9. Приведите методы получения монокристаллических материалов.
10. Опишите технологию люминесцирующих материалов.

*По разделу 3:*

1. В чем сущность вакуумной гигиены на предприятиях электронной промышленности.
2. Приведите примеры вспомогательных процессов на предприятиях электронной промышленности.
3. Поясните цель очистки компонентов в технологиях получения материалов электронной техники.
4. Назовите процессы очистки и разделения при дистилляции.
5. В чем сущность процессов очистки веществ с помощью ХТР?
6. В чем особенности проектирования производства материалов электронной техники?
7. В чем особенность решения экологических вопросов в производстве материалов электронной техники?
8. В чем особенности проектирования производства элементов

электронной техники?

9. В чем особенность тепловых условий и их влияние на различные факторы производства материалов электронной техники.

10. Какие экологические требования предъявляются к технологиям производства материалов и элементов электронной техники?

*Пример экзаменационные вопросы по 6 семестру*

1. Основы работы полупроводниковых приборов. Электропроводность полупроводников. Диффузионное движение носителей заряда в полупроводниках.

2. Объясните применение волоконно-оптических пластин для усиления яркости изображения.

3. Принцип работы полупроводниковых лазеров.

4. Принцип работы жидкокристаллической системы отображения информации.

5. Органические полупроводники и их применение в электронной технике.

6. Принцип работы фото- и электрорезисторов.

7. Принцип термовакuumного осаждения и испарения материалов.

8. Принцип процесса диффузионного легирования.

9. Принцип плазмохимического метода нанесения микроэлектронных структур.

10. Фотолитография и микролитография, принцип работы.

*Пример темы курсового проекта и рекомендации по этапам выполнения и оценки курсового проекта*

Разработка технологии производства керамического конденсатора

1. Описание основных этапов развития технологии и видов материалов электронной техники.

2. Классификация конденсаторных материалов, описание и примеры керамических конденсаторов.

3. Описание основных этапов производства керамического материала.

4. Описание физико-химических процессов в технологическом процессе получения керамического материала.

5. Формирование фазового состава и основных свойств керамического материала при спекании.

6. Физико-механические процессы в технологии производства керамических конденсаторов.

7. Общая технологическая схема, описание основного оборудования производства отдельного вида керамического конденсатора.

8. Контроль качества и мероприятия по выполнению экологических требований к технологии производства материала.

Полный комплект требований к выполнению курсового проекта и оценки результатов проектирования хранится на кафедре в методических материалах по курсовому проектированию.