



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

КГЭУ

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
Электроэнергетики и электроники

\_\_\_\_\_ Р.В. Ахметова  
«\_30\_»\_\_05\_\_\_\_\_ 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.02.06 Методы исследования наноструктур и наноматериалов

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленности (профили) Материалы и технологии электроники

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	17.05.2023	10	_____ 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

Целью освоения дисциплины «Методы исследования наноструктур и наноматериалов» является:

- формирование знаний о методах исследования наноструктур и наноматериалов, способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Задачами дисциплины являются:

- изучение теоретических основ и знакомство с экспериментальными методами анализа структуры и свойств наноматериалов;
- формирование навыков выбора методов исследования свойств или контроля качества наноматериалов в соответствии с поставленной задачей;
- способность оценивать эффективность различных методов исследований;
- способность использовать на практике современные методы анализа наноструктур и наноматериалов.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2 Способен аргументированно выбирать и применять методы исследования параметров структуры и свойств материалов в электронике	ПК-2.1. Осуществляет выбор методов исследования структуры, свойств материалов и наноструктур различного функционального назначения согласно техническому заданию, нормативной и технологической документации
ПК-3 Способен участвовать в совершенствовании процессов измерений параметров материалов	ПК-3.3. Способен планировать мероприятия по повышению качества и производительности методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины : «Физика», «Математика», «Химия», «Информационные технологии», «Материаловедение», «Наноматериалы и нанотехнологии».

Последующие дисциплины : производственная практика, 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	Семестр
			8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	63	63
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,33	48	48
Лекции	0,67	24	24
Практические (семинарские) занятия	0,33	12	12
Лабораторные работы	0,33	12	12
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,67	60	60
Проработка учебного материала	1,67	60	60
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			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	18	6	4	2	20	ТК1	ПК-2.1, ПК-3.3
Раздел 2	16	4	4	2	20	ТК2	ПК-2.1, ПК-3.3
Раздел 3	38	14	4	8	20	ТК3	ПК-2.1, ПК-3.3
Экзамен	36	-	-	-	36	<b>ОМ 1</b>	ПК-1.1, ПК-3.3
<b>Итого за 8 семестр</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>60</b>		

#### 3.3. Содержание дисциплины

##### Содержание разделов (лекций)

##### Раздел 1. Наноматериалы

Тема 1.1. История возникновения и развития нанотехнологии  
Нанокластеры, наноматериалы – общие понятия, примеры материалов. Углеродные наноструктуры, объемные наноструктурированные материалы, особенности структуры и свойств материалов.

Тема 1.2. Размерные эффекты, структура поверхностного слоя, определяющая наноразмерные эффекты, активные центры. Реакционная способность наночастиц. Свойства наносистем, самосборка и катализ. Биологические наноструктуры.

Тема 1.3. Методы моделирования при изучении наноструктуры и их значения для отражения реальности. Методы математического топосания взаимодействия частиц, модели кластерных систем, модели транспортно-

диффузионного переноса – общие понятия.

## **Раздел 2. Методы исследования наносистем**

Тема 2.1. Методы измерения, исследования наноструктур. Молекулярно-лучевая эпитаксия, самоорганизация при эпитаксии, нанолитография, импринг-литография – приборы, технология исследования, полученные результаты, области применения данных.

Тема 2.2. Зондовые технологии. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ), атомно-силовая микроскопия (АСМ), нанолитография на основе АСМ. Принцип работы микроскопов, способ измерения, примеры полученных данных, направления использования результатов измерений.

## **Раздел 3. Методы исследований и измерений наноструктур**

Тема 3.1. Рентгеновский структурный анализ (РСА), цель проведения исследований, описание установки, диапазон измерений, пример полученных данных. Пример спектров различных видов материалов, расшифровки спектров.

Тема 3.2. Масс-спектрометрия, электронная спектроскопия. Принцип и схема работы микроскопов, области измерения наноструктур. Информация, полученная в процессе измерения. Области использования. Примеры спектров и их анализ.

Тема 3.3. Оптическая спектроскопия, инфракрасная и рамановская спектроскопия. Принцип работы и схемы оптических микроскопов. Примеры спектров и их расшифровка, направление использования данных.

Тема 3.4. Фотоэмиссионная и рентгеновская спектроскопия, области измерения, цель измерений. Схемы спектрометров и принцип измерений. Примеры спектров и их расшифровка. Области использования полученных данных.

Тема 3.5. Мёссбауэровская спектроскопия (ядерный гамма резонанс –ЯГР), области измерения, цель измерений. Схемы спектрометров и принцип измерений. Примеры спектров и их расшифровка. Области использования полученных данных.

Тема 3.6. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР), электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), области измерения, цель измерений. Схемы спектрометров и принцип измерений. Примеры спектров и их расшифровка. Области использования полученных данных.

Тема 3.7. Исследование электрических свойств наноматериалов. Емкостная спектроскопия. Контроль характеристик нанослоев и нанопокровов. Эллипсометрия.

## **3.4. Тематический план практических занятий**

Номер раздела дисциплины	Тема практических занятий	Трудоемкость, час
1	Знакомство с методом Монте-Карло	2
2	Анализ удельной поверхности порошковых и пористых материалов адсорбционным методом БЭТ	2
3	Влияние дисперсности компонентов на фазовые и	2

	структурные превращения оксидных соединений. Исследование дифрактограмм. Качественный и количественный анализ.	
3	Анализ структурных особенностей наноматериалов по микрофотографиям	2
3	Структура, свойства и применение нанокompозитов. Наноструктурные материалы. Рентгеноструктурный анализ.	2
3	Растровая электронная микроскопия и изучение структур материала..	2
	Всего:	12

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Тема практических занятий	Трудоемкость, час
1	Изучение процесса получения тонкопленочных фотонно-кристаллических покрытий на стекле	4
2	Изучение процесса получения темплата на основе полистирола	4
3	Просвечивающая электронная микроскопия, изучение просвечивающего электронного микроскопа и исследование зерновой структуры материала.	4
	Всего:	12

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

Курсовой проект программой не предусмотрен.

### 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-2 Способен аргументированно выбирать и	ПК-2.1. Осуществляет выбор методов исследования структуры,	знать: методы исследования параметров	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний ниже минимальных

применять методы исследования параметров структуры и свойств материалов в электронике	свойств материалов и наноструктур различного функционального назначения согласно техническому заданию, нормативной и технологической документации	структуры и свойств наноструктур и наноматериалов	программе подготовки, без ошибок	программе, имеет место несколько негрубых ошибок	знаний, имеет место много негрубых ошибок	требований, имеют место	
		уметь:					
		Применять знания о методах исследования параметров структур и свойств наноструктур и наноматериалов	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	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 применения методов исследования параметров структур и свойств наноструктур и наноматериалов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	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
ПК-3.3. Способен планировать		знать:					
		Способы повышения	Уровень знаний в	Уровень знаний в	Минимально	Уровень знаний	

	<p>мероприятия по повышению качества и производительности методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур</p>	<p>ию качества и производительности методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур</p>	<p>объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок</p>	<p>объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок</p>	<p>допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок</p>	<p>ниже минимальных требований, имеют место</p>					
<p>ПК-3 Способен участвовать в совершенствовании процессов измерений параметров материалов</p>		<p>Планировать мероприятия по повышению качества и производительности методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур</p>	<p>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме</p>	<p>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами</p>	<p>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми и ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме</p>	<p>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки</p>					
							<p>уметь:</p>				
							<p>Методами повышения качества и производительности</p>	<p>Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без</p>	<p>Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных</p>	<p>При решении стандартных задач не продемонстрированы</p>

		ти методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур	ошибок и недочетов	некоторые недочеты	ых задач с некоторыми недочетами	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. Агеев, И. М. Физические основы электроники и наноэлектроники : учебное пособие / И. М. Агеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4081-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131007>

2. Носов, В. В. Механика неоднородных материалов : учебное пособие / В. В. Носов, И. В. Матвиев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 276 с. — ISBN 978-5-8114-2373-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209720>

**3. Технология получения и обработка наноструктурных материалов :** учебное пособие / Д. Ким, А. С. Янюшкин. - 2-е изд., стер. - Старый Оскол : ТНТ, 2020. - 392 с. : ил. - ISBN 978-5-94178-637-4. - Текст : непосредственный.

4. Наноструктурные материалы : учебное пособие / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. - М. : Академия, 2005. - 192 с. - ISBN 5-7695-2034-5. - Текст : непосредственный.

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

1. Введение в нанотехнологию : учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабрив, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1318-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211034>.

2. Кирчанов, В. С. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие / В. С. Кирчанов. — Пермь : ПНИПУ, 2016. — 241 с. — ISBN 978-5-398-01617-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160880>
3. Беззубцева, М. М. Нанотехнологии в энергетике : учебное пособие / М. М. Беззубцева, В. С. Волков, В. В. Зубков. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2012. — 133 с. — ISBN 978-85983-135-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162775>
4. Тимошина, Ю. А. Введение в нанотехнологии : учебное пособие / Ю. А. Тимошина. — Казань : КНИТУ, 2019. — 88 с. — ISBN 978-5-7882-2719-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/196198>
5. Филиппов, В. В. Физические основы наноэлектроники : учебное пособие / В. В. Филиппов. — Липецк : Липецкий ГПУ, 2018. — 160 с. — ISBN 978-5-88526-948-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115011>
6. Смирнов, В. И. Наноэлектроника, нанофотоника и микросистемная техника : учебное пособие / В. И. Смирнов. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 280 с. — ISBN 978-5-9795-1726-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170655>
7. Наноматериалы и нанотехнологии / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; Под ред.: Пряхин Е. И.. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 372 с. — ISBN 978-5-507-46915-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/323648>
8. 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>
9. Наноматериалы и нанотехнологии в энергетике : монография; в 2 т / под ред.: Э. В. Шамсутдинова, О. С. Зуевой. - Казань : КГЭУ, 2014. - ISBN 978-5-89873-421-3. - Текст : непосредственный. Т. 1. - 2014. - 400 с.
10. Наноматериалы и нанотехнологии в энергетике : монография ; в 2 т / ред.: Э. В. Шамсутдинов, О. С. Зуева. - Казань : КГЭУ, 2014. - ISBN 978-5-89873-421-3. - Текст : непосредственный. Т. 2. - 2014. - 376 с.

## **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 занятия	А 202 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного	доска аудиторная; мультимедийный экран; проектор; моноблок (15 шт.)

		типа	
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 тренажеров ""Сопrotивление 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 тренажеров ""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	А 210 Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий	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.)
			20 посадочных мест, доска аудиторная
4	Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет	<p>Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран).</p> <p>Программное обеспечение:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 10: договор № Тг096148 от 29.09.2020, лицензиар - ООО ""Софтлайн трейд"", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - до 14.09.2021</li> <li>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</li> <li>3. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл.право, срок действия лицензии – бессрочно.</li> <li>4. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл.право, срок действия лицензии - бессрочно</li> </ol>
			Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
			Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение

		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*



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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.02.02.06 Методы исследования наноструктур и наноматериалов

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

г. Казань, 2023



## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

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-2 Способен аргументированно выбирать и применять методы исследования параметров структуры и свойств материалов в электронике	ПК-2.1. Осуществляет выбор методов исследования наноструктуры, свойств материалов и наноструктур различного функционального назначения согласно техническому заданию, нормативной и технологической документации	знать:				
		методы исследования параметров структуры и свойств наноструктур и наноматериалов	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 методах исследования параметров структуры и свойств наноструктур и наноматериалов	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,	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

			объеме	некоторые недочетами		
		владеть:				
		Навыкам и применения методов исследования параметров структур и свойств наноструктур и наноматериалов	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
	ПК-3.3. Способен планировать мероприятия по повышению качества и производительности методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур	знать:				
		Способы повышения качества и производительности методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур	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-3 Способен участвовать в совершенствовании процессов измерений	уметь:				
		Планировать мероприятия по повышению качества и	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с	При решении стандартных задач не продемонстрированы

параметров наноматериалов		производительности методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур	задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	основные умения, имеют место грубые ошибки
		Методам и повышения качества и производительности методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур	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 работ в семестре; глубокое понимание методов исследования параметров структуры и свойств наноструктур и наноматериалов, методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *контрольных работ в семестре; понимание методов исследования параметров структуры и свойств наноструктур и наноматериалов, методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

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

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

### 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 (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
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.*

*По разделу 1:*

*Вариант 1:*

1. Приведите и объясните иерархию объектов из нано- в макромир. Историческая справка.

2. Приведите вариант классификации наноматериалов.

*Вариант 2:*

1. Приведите примеры наноматериалов органической и неорганической природы.

2. Сущность метода моделирования наноструктуры, близость к

реальности.

*Вариант 3:*

1. Поверхностные эффекты в наносистемах, процесс самосборки.
2. Приведите примеры объемных наноструктурированных материалов

*Вариант 4:*

1. Понятие нанокластера. Приведите примеры нанокластеров., молекулярные кластеры – понятие.
2. Углеродные кластеры и фуллерены, особенность структуры и свойства.

*Вариант 5:*

1. Вандерваальсовы и коллоидные кластеры, особенность структуры и свойств.
2. Газовые безлигандные кластеры (кластеры щелочных металлов, алюминия, ртути, переходных металлов).

*По разделу 2:*

*Вариант 1:*

1. Приведите примеры методов исследования наноструктур, понятие молекулярно-лучевой эпитаксии, квантовых точек.
2. Сущность зондовой технологии, принцип работы атомно-силового микроскопа.

*Вариант 2:*

1. Объясните сущность методов нано- и импиринг литографии.
2. Сканирующая туннельная микроскопия – принцип работы микроскопа.

*Вариант 3:*

1. Нанолитография, электронно лучевая литография – понятие, принцип работы.
2. Рентгенолитография, ионолитография - – понятие, принцип работы.

*Вариант 4:*

1. Назовите методы измерения, исследования и формирования наноструктур.
2. Приведите методы подхода к изготовлению структур в нанотехнологиях.

*По разделу 3:*

*Вариант 1:*

1. Приведите примеры методов исследования и измерения наноструктур.
2. Приведите области использования наноматериалов, классификацию низкоразмерных систем, понятия квантовых ям, проволоки, точки.

*Вариант 2:*

1. Оптические свойства квантовых точек, нанокластеров, наноматериалов.
2. Принципы создания лазеров на квантовых точках.

*Вариант 3:*

1. Принцип работы спектральных методов анализа. Рентгеновский структурный анализ – информация.
2. Результаты исследования электрических свойств наноматериалов. Информация о нанопокровии, нанослоях.

*Вариант 4:*

1. Принцип работы оптических микроскопов. Инфракрасная и рамановская спектроскопия – информация.

2. Ядерный магнитный резонанс, электронный парамагнитный резонанс. Информация о наноструктурах.

*Вариант 5:*

1. Волокнистые световоды, сенсоры на основе оптических волноводов – области использования.

2. Периодические доменные структуры и сегнетоэлектрики – понятие и области использования.

**Для промежуточной аттестации.**

*Пример экзаменационных вопросов.*

*По разделу 1:*

1. Определение и классификация наноструктур (нанокластеров) и наноматериалов.

2. Примеры наноматериалов органической и неорганической природы, особенности строения.

3. Методы получения различных наноструктур и наноматериалов.

4. Углеродные нанокластеры, наноструктуры, наноматериалы – примеры.

5. Свойства наносистем, роль поверхностных эффектов. Биологические наноструктуры.

6. Процесс самосборки и катализа. Поверхностные эффекты.

7. Примеры объемных наноструктур. Тонкие пленки и их особенность.

8. Металлические нанокластеры в оптических стеклах, пористый кремний. Структура и свойства

9. Электрические и магнитные свойства наносистем и наноматериалов.

10. Методы моделирования при изучении наноструктуры, примеры, значение, близость к реальности.

*По разделу 2:*

1. Принципы методов измерения, исследования наноструктур. Примеры методов.

2. Молекулярно-лучевая эпитаксия, самоорганизация при эпитаксии.

3. Нанолитография. Принцип работы.

4. Импинг-литография, принцип работы.

5. Зондовые технологии, принцип исследования. Примеры.

6. Сканирующая туннельная микроскопия, принцип работы микроскопа СТМ.

7. Атомно-силовая микроскопия, принцип работы.

8. Нанолитография на основе АСМ.

9. Применение АСМ в нанотехнологиях.

10. Применение СТМ в нанотехнологиях.

*По разделу 3:*

1. Приведите примеры методов исследования и измерения наноструктур.

2. Рентгеновский структурный анализ (РСА). Принцип расшифровки спектров.

3. Масс-спектрометрия, результаты измерений.

4. Электронная спектроскопия, результаты измерений.
5. Фотоэмиссионная спектроскопия, результаты исследования.
6. Рентгеновская спектроскопия, результаты исследования.
7. Мёссбауэровская спектроскопия (ЯГР), результаты исследования.
8. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР), результаты исследования.
9. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), результаты исследования.
10. Оптическая спектроскопия, принцип исследования. Инфракрасная и рамановская спектроскопия, результаты исследования.
11. Электрические свойства наноматериалов. Ёмкостная спектроскопия.
12. Контроль характеристик нанослоев и нанопокровтий. Эллисометрия –понятие, результаты исследования.