



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

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИЭЭ
протокол №7 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института электроэнергетики и электроники

Наименование института

_____ Р.В. Ахметова

«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.02.01 Физика и диагностика поверхности

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и)
(профиль(и))

Материалы и технологии электроники

(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
МВТМ	Зав.каф., д.х.н., доц.	Давлетбаев Р.С.
МВТМ	Доц, к.т.н.	Бунтин А.Е.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	МВТМ	19.04.2023	9	_____ Зав.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 «Физика и диагностика поверхности» формирование углубленных знаний в области физики поверхности и методов исследования явлений и процессов, происходящих на поверхности твердых тел.

Задачами дисциплины являются:

1. Освоение физических принципов, определяющих строение и свойства свободных поверхностей твердых тел.
2. Изучение механизмов взаимодействия поверхности материалов с окружающей средой, ведущих к изменению свойств поверхности;
3. Изучение теоретических основ методов диагностики поверхностей и основанных на этих методах экспериментальных методик.

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-2.1 – Осуществляет выбор методов исследования структуры, свойств материалов и наноструктур различного функционального назначения согласно техническому заданию, нормативной и технологической документации

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Физика, Химия, Материаловедение, Химические основы технологии материалов, Кристаллография, Технологии новых материалов

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Наноэлектроника, Методы исследования наноструктур и наноматериалов, Технологическая подготовка производства материалов

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	78	78
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,67	60	60
Лекции	0,4	14	14
Практические (семинарские) занятия	0,44	16	16
Лабораторные работы	0,83	30	30
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,33	120	120

Проработка учебного материала	2,33	84	84
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
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	56	6	14	8	28	ТК1	ПК-1.1, ПК-2.1
Раздел 2	48	2	14	4	28	ТК2	ПК-1.1, ПК-2.1
Раздел 3	40	6	2	4	28	ТК3	ПК-1.1, ПК-2.1
Экзамен	36	-	-	-	36	ОМ 1	ПК-1.1, ПК-2.1
ИТОГО	180	14	30	16	120		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Строение, свойства и основные физические процессы, протекающие на поверхности твердых тел

Тема 1.1. Введение в предмет. Основные понятия физики поверхности.

Цель, предмет, задачи и структура предмета. Его связь с другими курсами. Значение задач по исследованию поверхности. Методы получения чистой поверхности

Тема 1.2. Поверхностная энергия и равновесная форма кристаллов

Термодинамика поверхности. Анизотропия поверхностной энергии

Тема 1.3 Атомная структура чистых поверхностей

Двумерная кристаллическая решетка. Обозначения поверхностей монокристаллов и атомных структур. Изменение межплоскостных расстояний у поверхности. Релаксация неполярных поверхностей ионных кристаллов. Реконструкция поверхности. Дефекты на поверхности. Колебания поверхностных атомов. Структура поверхности и ее физические свойства.

Тема 1.4 Электронные свойства поверхности твердого тела

Поверхностные состояния. Изменения ширины запрещенной зоны на поверхности. Экспериментальное исследование электронной структуры поверхности. Изменение потенциала и распределение электронной плотности у поверхности. Адсорбция.

Раздел 2. Тонкие пленки на поверхности твердых тел.

Тема 2.1. Механизмы роста пленок. Эпитаксия. Зародыши и их образование. Электропроводность диспергированных пленок.

Электропроводность тонких сплошных пленок.

Раздел 3 Современные методы исследования поверхности

Тема 3.1. Условия проведения экспериментов исследования поверхности

Обзор теоретических и экспериментальных методов исследования поверхности. Техника сверхвысокого вакуума. Системы откачки. Сверхвысоковакуумные камеры и фланцы. Приготовление атомарно- чистой поверхности образцов. Техника термического осаждения в вакууме. Источники напыления. Измерители толщины пленок.

Тема 3.2. Методы исследования поверхности, построенные на явлении вторичной электронной эмиссии

Дифференциальный энергетический спектр вторичных электронов. Оже-электронная спектроскопия. Анализаторы энергии электронов. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами. Фотоэлектронная спектроскопия. Растровая электронная микроскопия.

Тема 3.3. Методы сканирующей зондовой микроскопии

Принципы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). Сканирующая туннельная микроскопия. Атомносиловая микроскопия. Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Аппаратура СЗМ.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Исследование структуры поверхности твердого тела.
2. Методы получения чистой поверхности.
3. Структура поверхности и ее физические свойства.
4. Физическая и химическая адсорбция.
5. Энергия связи атомов.
6. Поверхностная диффузия.
7. Основные методы формирования тонких пленок.
8. Тонкие пленки на поверхности твердого тела.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Определение краевого угла смачивания на границе твердое тело-жидкость-газ.
2. Измерение поверхностного натяжения водных растворов поверхностно-активных веществ сталагмометрическим методом.
3. Устройство и принципы работы сканирующего зондового микроскопа.
4. Определение дефектов поверхности с использованием капиллярного метода.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

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	ПК-1.1	знать:				
		О роли поверхности твёрдого тела в различных физико-химических процессах, о влиянии поверхности на изменение энергетической структуры кристалла, о структурных изменениях в топологии поверхностных атомов и видах пассивации поверхности.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки и 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 грубые ошибки
		уметь:				
		Понимать и формулировать суть физического явления или метода исследования, привлекая к интерпретации различные аналитические подходы и формулируя логически непротиворечивые гипотезы.	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:				
		Базовыми знаниями о сути физико-химических процессов, проходящих на поверхности твёрдых тел.	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, и имеют место грубые ошибки
ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		Различные методы исследования поверхности, включая микроскопические, оптические, спектроскопические, масс-спектрометрические, электрофизические, магниторезонансные и др.	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 грубые ошибки
		уметь:				
		Обобщать полученные знания и формировать на их основе подходы для наиболее эффективного практического освоения конкретных методов исследования поверхности.	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 и 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:				
		Умением выбрать набор методов исследования поверхностных свойств изучаемого объекта для получения информации о конкретных физических свойствах данного материала	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. Корнилов, В. М. Физика, химия и диагностика поверхности : учебное пособие / В. М. Корнилов. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2013. — 44 с. — ISBN 978-5-87978-649-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/42378>

2. Владимиров, Г. Г. Физика поверхности твердых тел : учебное пособие / Г. Г. Владимиров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1997-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212228>.

3. Шабанов, Ш. Ш. Сканирующая зондовая микроскопия для исследования керамических материалов: пособие к курсу лекций : учебное пособие / Ш. Ш. Шабанов, Г. Д. Кардашова, Д. С. Даллаева. — Махачкала : ДГУ, 2017. — 35 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158454>.

4. Морачевский, А. Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебное пособие / А. Г. Морачевский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-1857-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212024>.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Корнилов, В. М. Основы зондовых технологий : учебно-методическое пособие / В. М. Корнилов, А. Ф. Галиев. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы,

2013. — 40 с. — ISBN 978-5-87978-719-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/42379>.

2. Николичев, Д. Е. Локальная диагностика состава полупроводниковых наносистем методом сканирующей оже-микроскопии : учебно-методическое пособие / Д. Е. Николичев, А. В. Боряков. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2011. — 110 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153530>.

3. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1001-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210671>.

4. Волков, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник / В. А. Волков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-1819-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212069>.

5. Магнетизм на острие иглы. Основы атомно-силовой и магнитно-силовой микроскопии : монография / Р. Б. Моргунов, О. В. Коплак, А. И. Безверхний, О. С. Дмитриев. — Тамбов : ТГТУ, 2018. — 188 с. — ISBN 978-5-8265-1881-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319685>.

6. Давыдов, С. Ю. Элементарное введение в теорию наносистем : учебное пособие / С. Ю. Давыдов, А. А. Лебедев, О. В. Посредник. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1565-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211496>.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Лань : электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com>

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

Nano	nano.nature.com
Платформа SpringerLink	www.link.springer.com
SpringerMaterials	www.materials.springer.com
КиберЛенинка	В https://cyberleninka.ru/

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное

обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	LMS Moodle	ПО для эффективного он-лайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Не-искл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивиду-альных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория А-217	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 (6 шт.), 20 посадочных мест, доска аудиторная
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук),

		экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, 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. 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. реализую- щей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факульте- та), в состав которого входит выпускающая кафедра)
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.02.02.01 Физика и диагностика поверхности

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

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	ПК-1.1	<p>знать:</p> <p>О роли поверхности твёрдого тела в различных физико-химических процессах, о влиянии поверхности на изменение энергетической структуры кристалла, о структурных изменениях в топологии поверхностных атомов и видах пассивации поверхности.</p>	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки и 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 грубые ошибки
		<p>уметь:</p> <p>Понимать и формулировать суть физического явления или метода исследования, привлекая к интерпретации различные аналитические подходы и формулируя логически непротиворечивые гипотезы.</p>	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	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

				недочета ми		
		владеть:				
		Базовыми знаниями о сути физико-химических процессов, проходящих на поверхности твёрдых тел.	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, и имеют место грубые ошибки
ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		Различные методы исследования поверхности, включая микроскопические, оптические, спектроскопические, масс-спектроскопические, электрофизические, магниторезонансные и др.	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 грубые ошибки
		уметь:				
		Обобщать полученные знания и формировать на их основе подходы для наиболее эффективного практического освоения конкретных методов исследования поверхности.	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 и выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с	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

				недочетами		
		владеть:				
		Умением выбрать набор методов исследования поверхностных свойств изучаемого объекта для получения информации о конкретных физических свойствах данного материала	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 практических заданий, контрольной работы, защиту лабораторных в устно-письменной форме и ответы на вопросы экзаменационного билета. При ответе на вопрос билета должно быть продемонстрировано прочное знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия темы (вопроса), владение терминологическим аппаратом, умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа;

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение практических заданий, контрольной работы, защиту лабораторных в устно-письменной форме и ответы на вопросы экзаменационного билета. Оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Допускается одна – две неточности в ответе.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение практических заданий, контрольной работы, защиту лабораторных в устно-письменной форме и ответы на вопросы экзаменационного билета. Оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргу-

ментированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за слабое и неполное выполнение практических заданий, контрольной работы, защиту лабораторных в устно-письменной форме и ответы на вопросы экзаменационного билета.

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
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 задания

Для текущего контроля ТК1:

Отчет по лабораторной работе (ОЛР)

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1 «Определение краевого угла смачивания на границе твердое тело-жидкость-газ»

1. На какие процессы оказывают влияние поверхностные явления?
2. Что лежит в основе влияния поверхностных явлений на качество отливки?
3. Что образуется при соприкосновении фаз на границе раздела?
4. Что такое адгезия жидкости?
5. Как определяют величину адгезионного взаимодействия?
6. Как оценивают адгезию жидкости?
7. От чего зависит адгезионное взаимодействие?
8. Что такое когезия жидкости?

9. Что такое поверхностное натяжение?
10. Что показывает величина краевого угла смачивания?
11. Флотация и классификация процессов флотационного обогащения?
12. Что собой представляет явление избирательного смачивания?

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 2 «Измерение поверхностного натяжения водных растворов поверхностно-активных веществ сталагмометрическим методом»

1. Как действуют силы межмолекулярного притяжения на молекулы, находящиеся в объеме жидкости и на ее поверхности?
2. Потенциальная энергия каких молекул выше – находящихся на поверхности раздела жидкой фазы или внутри жидкой фазы?
3. Что называется свободной поверхностной энергией?
4. От каких параметров зависит величина свободной поверхностной энергии?
5. Что относится к самопроизвольным поверхностным явлениям?
6. Почему поверхностное натяжение уменьшается с повышением температуры?
7. Какие вещества называются поверхностно-активными?
8. Что такое дифильность молекулы ПАВ?
9. Как ориентируются молекулы ПАВ на поверхности раздела фаз?
10. Как классифицируют ПАВ по способности к ионизации?
11. Как ПАВ классифицируют по поведению в растворе?
12. Каково практическое применение ПАВ?
13. Что называется изотермой поверхностного натяжения?
14. Как объясняется характер изотермы поверхностного натяжения для растворов ПАВ?
15. Что называется поверхностной активностью?
16. Как рассчитать величину поверхностного натяжения раствора ПАВ используя сталагмометрический метод?
17. Как располагаются и ориентируются молекулы ПАВ в зависимости от концентрации на поверхности раздела фаз в мономолекулярном слое?

Для текущего контроля ТК2:

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 3 «Устройство и принципы работы сканирующего зондового микроскопа»

1. Поясните принцип работы атомно-силовой микроскопа.
2. Какие виды искажений наблюдается в АСМ-режиме?
3. Поясните формулу для потенциала Леннарда-Джонса.
4. Какому участку графика потенциала Леннарда-Джонса приходится работа АСМ в контактном режиме?
5. Как наличие воздушной среды влияет на качество получаемых изображений?
6. В каких режимах работы АСМ можно получать информацию о рельефе и о свойствах поверхностей?
7. Приведите основную информацию об особенностях элементов кон-

структуры АСМ: сканирующие элементы, кантилеверы, защита от внешних воздействий.

Для текущего контроля ТКЗ:

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 4 «Определение дефектов поверхности с использованием капиллярного метода»

1. Чем обусловлены капиллярные явления?
2. Каковы основные технологические этапы капиллярного контроля?
3. Какие детали можно подвергать этому методу испытаний?
4. Какие способы предварительной очистки объектов контроля Вы знаете?
5. Какие способы заполнения полостей дефектов пенетрантом применяются при капиллярном контроле?
6. Какие виды дефектов и на какой глубине можно определять этим методом?
7. Напишите формулу Жюрена. От каких величин зависит глубина проникновения пенетранта?

Для промежуточной аттестации:

Вопросы к экзамену:

1. Определение поверхности. Термодинамика поверхности.
2. Классификация наноструктур поверхности и приповерхностной области объемного тела в зависимости от их толщины.
3. Анизотропия поверхностной энергии.
4. Понятие поверхностной фазы.
5. Двумерная кристаллическая решетка. Обозначения поверхностей монокристаллов и атомных структур.
6. Реконструкция поверхности. Дефекты на поверхности.
7. Структура поверхности и ее физические свойства.
8. Поверхностные состояния. Изменения ширины запрещенной зоны на поверхности.
9. Экспериментальное исследование электронной структуры поверхности.
10. Изменение потенциала и распределение электронной плотности у поверхности.
11. Кинетика адсорбции. Теория Ленгмюра.
12. Физическая и химическая адсорбция.
13. Электронное состояние атома.
14. Энергия связи адатомов с поверхностью. Латеральное взаимодействие адатомов.
15. Структура адсорбированных слоев.
16. Изменение работы выхода.
17. Поверхностная диффузия.
18. Механизмы роста пленок. Эпитаксия.
19. Зародыши и их образование.
20. Электропроводность диспергированных пленок.
21. Электропроводность тонких сплошных пленок.

22. Обзор теоретических и экспериментальных методов исследования поверхности. Техника сверхвысокого вакуума.
 23. Системы откачки. Сверхвысоковакуумные камеры и фланцы.
 24. Приготовление атомарно-чистой поверхности образцов. Техника термического осаждения в вакууме.
 25. Источники напыления.
 26. Измерение толщины пленок.
 27. Дифференциальный энергетический спектр вторичных электронов.
- Оже-электронная спектроскопия.
28. Анализаторы энергии электронов.
 29. Спектроскопия характеристических потерь энергии электронами.
 30. Фотоэлектронная спектроскопия.
 31. Растровая электронная микроскопия.
 32. Принципы сканирующей зондовой микроскопии. Атомно- силовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия.
 33. Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия.