Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 01.07.2025 11:02:40
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ А.Г. Балашов
«20» декабря 2024 г.
М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физика и химия поверхности»

Направление подготовки - 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
Направленность (профиль) - «Технологии материалов микроэлектроники»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 00FCD5F6E07DC83F809D56CE1D350ACCD1
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 09.04.2025 по 03.07.2026

Москва 2024

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенцийобразовательной программы:

КомпетенцияПК-3«Способен прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов» **сформулирована на основе профессионального стандарта 40.104** «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур».

Обобщенная трудовая функция: С [6] Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.

Трудовая функция:

- С/01.6 Модернизация существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур;
- С/02.6 Модернизация существующих и внедрение новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	**Задачи профессиональной деятельности**	**Индикаторы достижения подкомпетенций**
ПК-3.ФХПСпособен использовать на практике современные представления о взаимодействии поверхности наноструктурированных материалов с окружающей средой, частицами и излучением	- Организация выполнения научно-исследовательских работ по закрепленной тематике. - Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов. - Научно-техническая разработка и методическое сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов.	**Знание** теоретических основ учения о дисперсном состоянии вещества, физических и химических свойств дисперсных систем, методов их получения, обработки, модификации и направлений применения. **Умение** обоснованно выбирать методы анализа наноструктурированных материалов, выполнять измерения характеристик наноструктурированных материалов. **Опыт** прогнозирования вклада поверхностных свойств в свойства дисперсных систем и учета этого вклада в технологии изготовления наноматериалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит вчасть, формируемую участниками образовательных отношенийБлока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы (является элективной).

Входные требования к дисциплине: изучению дисциплины предшествует формирование компетенций в дисциплинах «Физика», «Химия», «Физическая химия».

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
3	6	4	144	16	16	16	60	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Дисперсные системы	6	8	8	30	Контроль выполнения Лабораторных работ 1, 2
					Контрольная работа
					Тестирование 1

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
2. Поверхностные явления	10	8	8	30	Контроль выполнения Лабораторных работ 3, 4
					Защита Лабораторных работ 1-4
					Сдача индивидуального задания
					Тестирование 2

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Понятие о дисперсности. Специфика дисперсных систем.Основные количественные характеристики дисперсных систем. Классификация дисперсных систем по различным признакам.
	2	2	Устойчивость дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства. Броуновское движение. Уравнение Эйнштейна−Смолуховского. Диффузия. Коэффициент диффузии. Уравнение Эйнштейна-Стокса. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Седиментация. Седиментационно-диффузионное равновесие. Закон Стокса. Структурообразование в дисперсных системах. Структурно-механические свойства дисперсных систем.
	3	2	Классификация способов получения дисперсных систем. Методы очистки дисперсных систем.
2	4	2	Энергетический и силовой аспекты поверхностного натяжения. Геометрические параметры поверхности. Термодинамические параметры поверхностного слоя. Метод избыточных величин (Гиббса). Распределение плотности в окрестности поверхности раздела жидкость - пар. Поверхностная энергия и межмолекулярные взаимодействия в однокомпонентных системах. Поверхность раздела между конденсированными фазами в двухкомпонентных системах.

	5	2	Термодинамика искривленных поверхностей. Влияние кривизны поверхности на равновесие фаз. Капиллярные явления. Уравнение Лапласа. Капиллярное давление. Уравнение Кельвин (Томсона). Уравнение капиллярной конденсации. Смачивание и растекание. Краевой угол смачивания. Уравнение Юнга. Адгезия. Когезия.Влияние размерности на фазовые равновесия. Изменение температуры плавления нанообъектов. Температура плавления частицы в тугоплавкой матрице. Влияние размерности на фазовые равновесия. Влияние размерности на реакционную способность.
	6	2	Электроповерхностные явления. Двойной электрический слой (ДЭС). Механизмы образования ДЭС. Теории строения ДЭС. Плоскость скольжения. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления. Электроосмос. Электрофорез. Потенциал течения. Опыт Квинке. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для потенциала течения. Потенциал оседания. Опыт Дорна.
	7	2	Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние света (эффект Тиндаля). Опалесценция. Абсорбция света. Двулучепреломление. Окраска дисперсных систем. Оптические методы исследования дисперсных систем.
	8	2	Сорбционные явления. Классификация собранных процессов. Понятие адсорбции. Фундаментальное уравнение Гиббса. Адсорбция Гиббса. Поверхностная активность. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Эмульгаторы. Уравнение Шишковского. Правило Трубе. Уравнение Лэнгмюра. Физическая адсорбция газов на твердой поверхности. Уравнение Фрейндлиха. Теории физической адсорбции.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Классификация дисперсных систем
	2	2	Расчеты геометрических параметров поверхности и характеристик дисперсных систем
	3	2	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем
	4	2	Методы получения и очистки дисперсных систем
2	5	2	Поверхностные явления. Смачивание и растекание»
	6	2	Дисперсные системы и поверхностные явления в актуальных научных исследованиях

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
	7	2	Дисперсные системы и поверхностные явления в актуальных научных исследованиях
	8	2	Электрокинетические явления

4.3. Практическая подготовка при проведении лабораторных работ

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Определение зависимости размеров наночастиц в лиофобных золях от температуры методом ФКС
	2	4	Определение влияния кислотности раствора сульфида натрия на образование и размер полисульфидов
2	3	4	Измерение размеров наночастиц и коэффициента диффузии в коллоидных растворах методом ФКС
	4	4	Зачёт по лабораторному практикуму

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-2	16	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ
	16	Проработка конспекта лекций, учебников и обязательной литературы
	16	Подготовка к тестированию и контрольной работе
	12	Выполнение и защита индивидуального задания

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL:http://orioks.miet.ru/):

Модули 1-2

Изучение теоретического материала в объеме лекций, подготовка к практическим занятиям и к выполнению и защите лабораторных работ, подготовка к тестам и контрольной работе по модулям осуществляется с помощью:

- ✓ лекций к модулям 1 и 2,
- ✓ учебно-методических материалов для самостоятельной работы студентов,
- ✓ интерактивных лекций,
- ✓ обучающих видео,
- ✓ дополнительных текстовых и демонстрационных теоретических материалов,
- ✓ примеров выполнения заданий и соответствующих методических рекомендаций.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Гаврилов С.А. Учебное пособие по дисциплине "Физика и химия поверхности" [Текст] / С. А. Гаврилов, Д. Г. Громов; М-во образования и науки РФ, Московский государственный институт электронной техники (ТУ). - М.: МИЭТ, 2011. - 104 с.
2. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия: учебник для академического бакалавриата / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. — 7-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2019. — 444 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://www.biblio-online.ru/bcode/444075 (дата обращения: 15.11.2024)
3. Лабораторный практикум по дисциплине "Физика и химия поверхности" [Текст] / С. А. Гаврилов [и др.]; М-во образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2011. - 24 с.
4. Гаврилов С.А. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Физика и химия поверхности" [Текст] / С. А. Гаврилов, Д. Г. Громов; М-во образования и науки РФ, Московский государственный институт электронной техники (ТУ).- М.: МИЭТ, 2011. - 24 с.

Периодические издания

1. NANOMATERIALS. - Basel, Switzerland : MDPI, 2011 - . - URL: https://www.mdpi.com/journal/nanomaterials (дата обращения: 10.12.2024). - ISSN 2079-4991

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Юрайт: Электронно-библиотечная система: образовательная платформа. - Москва, 2013. - URL: https://urait.ru/ (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.
2. eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000. - URL: https://elibrary.ru (дата обращения: 10.12.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Лань: электронно-библиотечная система. - Санкт-Петербург, 2011. - URL: https://e.lanbook.com/ (дата обращения: 15.12.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение(**реализовывается с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС(http://orioks.miet.ru).

Для взаимодействиястудентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: форма обратной связи «Задай вопрос преподавателю» во внутреннем онлайн-курсеMOODLe, раздел «Домашние задания» в ОРИОКС, электронная почта ведущих преподавателей дисциплины.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в форме внутреннего онлайн-курсаMOODLe, состоящего из интерактивных лекций, обучающих видео, дополнительных материалов, тестов и задания на взаимопроверку.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	**Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы**	**Перечень программного обеспечения**
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	ОС Microsoft Windows MS Office
Учебная аудитория № 4341 «Лаборатория дисперсных систем»	- спектральный эллипсометрический комплекс "ЭЛЛИПС-1881А", - гониометр OpenScience, - компьютеры с ПО и возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Windows, Microsoft Office

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОСMicrosoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенцииПК-3.ФХП«Способен использовать на практике современные представления о взаимодействии поверхности наноструктурированных материалов с окружающей средой, частицами и излучением» представлен отдельным документом и размещенв составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: http://orioks.miet.ru/.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Все содержание дисциплины разбито на 2 модуля. Каждый модуль является логически завершенной частью курса. Успешность освоения каждого модуля оценивается по результатам выполнения обязательных контрольных мероприятий.

Для закрепления знаний, полученных на лекционных занятиях и при выполнении самостоятельной работы, а также для получения навыков исследовательской и практической работы на лабораторном оборудовании и установках, проводятся ***лабораторные работы***.

Лабораторные работы проводятся, как правило, в интерактивном режиме при работе в малых группах и диалоге с преподавателем с разбором конкретных ситуаций в процессе выполнения экспериментальных исследований и при защите полученных результатов.

В процессе освоения дисциплины студенты готовят и выполняют предусмотренные контрольные мероприятия на проверку усвоения необходимых знаний в форме тестирований 1 и 2 и контрольной работы, на проверку умений – в форме защиты лабораторных работ.

Выполнение индивидуального задания на СРС предполагает формирование у обучающихся подкомпетенций по индикаторам приобретения опыта деятельности. Оно включает в себя прогнозирование вклада поверхностных свойств в свойства дисперсных систем и учета этого вклада в технологии изготовления наноматериалов.

Контроль выполнения студентами индивидуального практического задания проводится на семинарах. Студенты выступают с докладом на семинаре, излагая содержание проделанной работы, анализируя различные аспекты освещаемой проблемы, происходит обсуждение информации в формате научной дискуссии.

Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных консультаций и дистанционных консультаций с использованием современных коммуникационных платформ (Zoom, Skype и др.) и электронной почты.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система. Баллами оценивается выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 65 баллов), активность в семестре (в сумме 5 баллов) и ответ на экзамене (30 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по дисциплине. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: http://orioks.miet.ru/ .

Для итоговой аттестации студент должен предоставить портфолио, включающее: конспект лекций, материалы лабораторных работ и практических занятий, выполненное индивидуальное задание.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	**Оценка**
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИК:

Ст.преподаватель Института ПМТ _____ / Пестова В.Б./

Ассистент Института ПМТ _____ /Федянина М.Е./

Рабочая программа дисциплины «Физика и химия поверхности» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», направленности (профилю) «Технологии материалов микроэлектроники» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института 19 декабря 2024 года, протокол № 16

Директор Института ПМТ _____ /С.В.Дубков/

Лист согласования

Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой

Директор ПИШ _____ /А.Л.Переверзев /

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____/И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____/Т.П.Филиппова/