

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

«01» июля 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»

Москва 2024

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Компетенция ПК-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.ФХП Способен использовать на практике современные представления о взаимодействии поверхности наноструктурированных материалов с окружающей средой, частицами и излучением	- Организация выполнения научно-исследовательских работ по закреплённой 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 в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 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. Когеция. 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. Двухлучепреломление. 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 взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: форма обратной связи «Задай вопрос преподавателю» во внутреннем онлайн-курсе MOODLe, 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-курса MOODLe, 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	ОС Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-3.ФХП «Способен использовать на практике современные представления о взаимодействии поверхности наноструктурированных материалов с окружающей средой, частицами и излучением» представлен отдельным документом и размещен в 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./

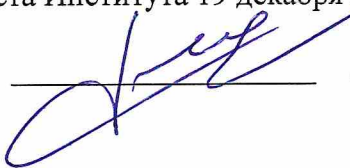
Ассистент Института ПМТ



/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

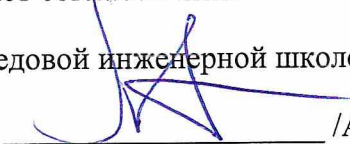
Директор Института ПМТ


/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/