



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

Институт наукоемких технологий и передовых материалов (Школа)

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

(подпись)

Саранин А.А.
(Ф.И.О. рук. ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента
Общей и экспериментальной физики

(подпись)

Короченцев А.А.
(Ф.И.О.)

« 15 » декабря 2021г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Научно-исследовательский семинар по методам электронной спектроскопии
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
магистерская программа
«Электроника и нанoeлектроника (совместно с ИАПУ ДВО РАН)»
Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3
лекции 0 час.
практические занятия 16 час.
лабораторные работы 34 час.
в том числе с использованием MAO лек. /пр. /лаб. час.
в том числе в электронной форме лек. /пр. /лаб. час.
всего часов аудиторной нагрузки час.
в том числе с использованием MAO час.
в том числе контролируемая самостоятельная работа час.
в том числе в электронной форме час.
самостоятельная работа 130 час.
в том числе на подготовку к экзамену час.
курсовой проект – не предусмотрено учебным планом
зачет с оценкой 3 семестр
экзамен – не предусмотрено учебным планом

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 959.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики, протокол № 3 от «29» ноября 2021 г.

Директор департамента общей и экспериментальной физики ИНТиПМ: Короченцев В.В.
Составитель: д.ф.-м.н., доцент Грузнев Д.В.

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента: _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента: _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

**Аннотация дисциплины
«Научно-исследовательский семинар по методам электронной
спектроскопии»**

Учебная дисциплина «Научно-исследовательский семинар по методам электронной спектроскопии» предназначена для магистрантов 2 курса магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, магистерской программы «Электроника и наноэлектроника (совместно с ИАПУ ДВО РАН)».

Дисциплина «Научно-исследовательский семинар по методам электронной спектроскопии» входит в обязательную часть блока дисциплин образовательной программы (Б1.О.02.03), реализуется на 2 курсе, в 3 семестре, завершается зачетом с оценкой. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов). Учебным планом предусмотрены лабораторные занятия (34 час.), практические занятия (18 час.), самостоятельная работа студента (128 час.).

Язык реализации – русский.

Цель изучения дисциплины: формирование фундаментальных знаний в области электронной спектроскопии, технологических процессов проведения данных измерений и базовых навыков в интерпретации полученных спектров.

Задачи:

- Изучение физических процессов, лежащих в основе методов электронной спектроскопии.
- Изучение различных видов спектроскопии.
- Приобретение практических навыков по математическому моделированию спектров для ряда наноструктур.
- Получение знаний о состоянии и перспективных направлениях развития методов спектроскопии.

В процессе изучения дисциплины используются демонстрационные материалы.

Изучаемый материал является базой для изучения последующих дисциплин практической направленности, в которых рассматривается исследование проводящих свойств полупроводников.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются универсальные компетенции.

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Межкультурное взаимодействие	УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 организывает и модерирует межкультурное взаимодействие для решения профессиональных задач
		УК-5.2 выбирает способы преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных барьеров для межкультурного взаимодействия при решении профессиональных задач
		УК-5.3 оценивает эффективность выбранных способов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
УК-5.1 организывает и модерирует межкультурное взаимодействие для решения профессиональных задач	Знает разнообразие, сущность и особенности различных культур, основы организации межкультурного взаимодействия;
	Умеет анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
	Владеет навыками построения коммуникаций и взаимодействий в процессе межкультурного диалога
УК-5.2 выбирает способы преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных барьеров для межкультурного взаимодействия при решении профессиональных задач	Знает способы преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных барьеров;
	Умеет учитывать разнообразие культур для межкультурного взаимодействия при решении профессиональных задач;
	Владеет навыками преодоления и способами разрешения разногласий, и конфликтов в межкультурной коммуникации
УК-5.3 оценивает эффективность выбранных способов	Знает основные методы и способы оценки эффективности межкультурного взаимодействия;
	Умеет эффективно осуществлять профессиональное взаимодействие с учетом существующего разнообразия культур;
	Владеет навыками поиска использования информации о разнообразии культур для осуществления эффективного профессионального взаимодействия

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Владение информационными технологиями	ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1 демонстрирует знание принципов, методов и средств анализа и структурирования профессиональной информации в своей предметной области, этапов организации научно-исследовательских и инновационных работ ОПК-3.2 применяет Интернет-технологии, проблемно-ориентированные прикладные программные средства в профессиональной сфере деятельности ОПК-3.3 предлагает новые идеи, совершенствует подходы к решению инженерных задач, устанавливает научные контакты с целью проведения совместных исследований
Компьютерная грамотность	ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4.1 демонстрирует знание расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств ОПК-4.2 выбирает прикладные программные пакеты для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности ОПК-4.3 использует современные программные средства моделирования, проектирования и конструирования для решения профессиональных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-3.1 демонстрирует знание принципов, методов и средств анализа и структурирования профессиональной информации в своей предметной области, этапов организации научно-исследовательских и инновационных работ	<u>Знает</u> принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации в своей предметной области
	<u>Умеет</u> использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы
	<u>Владеет</u> навыками построения этапов организации научно-исследовательских и инновационных работ при решении профессиональных задач
ОПК-3.2 применяет Интернет-технологии, проблемно-ориентированные прикладные программные средства в профессиональной сфере деятельности	<u>Знает</u> основные Интернет-технологии, а так же проблемно-ориентированные прикладные программные средства
	<u>Умеет</u> выбирать и использовать проблемно-ориентированные прикладные программы и пакеты для решения исследовательских, и инженерных задач
	<u>Владеет</u> методами решения задач обработки и представления информации используя Интернет-технологии и прочие программные источники
ОПК-3.3 предлагает новые идеи,	<u>Знает</u> принципы деловой этики для установления научных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
совершенствует подходы к решению инженерных задач, устанавливает научные контакты с целью проведения совместных исследований	контактов способствующих совместным исследованиям и сотрудничеству
	<i>Умеет</i> совершенствовать подходы для решения инженерных задач, устанавливать научные контакты
	<i>Владеет</i> навыками применения инновационных подходов при проведении совместных исследований
ОПК-4.1 демонстрирует знание расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	<i>Знает</i> методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы исходя из имеющихся ресурсов и ограничений
	<i>Умеет</i> использовать системы автоматизированного проектирования и компьютерных средств
	<i>Владеет</i> навыками проектирования и применения специализированного программно-математического обеспечения для решения профессиональных задач
ОПК-4.2 выбирает прикладные программные пакеты для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности	<i>Знает</i> современные программные пакеты для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности
	<i>Умеет</i> выбирать подходящий программный продукт, понимая его достоинства и недостатки
	<i>Владеет</i> навыками использования современных программных комплексов, разработки и применения специализированного программно-математического обеспечения для проведения исследований и решения инженерных задач
ОПК-4.3 использует современные программные средства моделирования, проектирования и конструирования для решения профессиональных задач	<i>Знает</i> современные программные средства для осуществления моделирования, проектирования и конструирования
	<i>Умеет</i> применять современные программные пакеты для выполнения конструкторских и проектировочных задач
	<i>Владеет</i> современными программными средствами для проведения исследований и решения инженерных задач, навыками разработки или модернизации собственных пакетов

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (16 ЧАСОВ)

Раздел I. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС).

Тема 1 Физические принципы и основы метода (4 часа)

Рентгеновская спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (ЭСХА), электронная Оже-спектроскопия, УФЭС, ДФЭС. Теория фотоэмиссии. Трехступенчатая модель фотоэмиссии. Угловая зависимость фотоэмиссии. Направление и интенсивность внутреннего фотоэффекта. Интерпретация спектров (j - j связь, связь Рассела-Саундерса).

Тема 2 Физические основы метода. Особенности качественного анализа (4 часа)

Физические принципы РФЭС. Качественный анализ. Учет зарядки поверхности в РФЭС (металлы, полупроводники и диэлектрики). Химические сдвиги в РФЭС-спектрах. Модели для интерпретации химсдвига.

Влияние химического состояния элементов на электронные спектры. Структура спектров РФЭС. Основные уровни. Ширина пиков. Вторичная структура спектров. Пики плазменных потерь. Мультиплетное расщепление. Рентгеновские сателлиты и духи. Сателлиты «shake-up» и «shake-off». Структура валентной зоны. Асимметрия основных уровней металлов. Чувствительность к поверхностному слою. Угловые эффекты. Дифракция фотоэлектронов. РФЭС с угловым разрешением. Количественный элементный анализ. Аппаратурное оформление метода.

Тема 3 Обработка результатов обзор программ обработки РФЭ-линий (4 часа)

CASA-XPS, Origin, XPS Peaks и т.д. Основы математической обработки линий. Задачи обработки. Примеры обработки. Методические проблемы обработки.

Тема 4 Интерпретация результатов применения РФЭС к исследованию поверхностей и интерпретация результатов (4 часа).

Неразрушающий качественный и количественный элементный и фазовый анализы поверхности металлов, сплавов, материалов высоких технологий. Использование метода для локального анализа поверхности. Предел чувствительности метода и относительная точность определения, диапазон определяемых элементов.

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ КУРСА (34 ЧАСОВ)

Раздел II. Оже-электронная спектроскопия (ОЭС).

Тема 1 Физические принципы и основы метода ОЭС. (12 часов)

Энергия оже-электронов свободного атома (Теоретический, полуэмпирический и эмпирический расчеты). Энергетические уровни, сдвиги и форма Оже-пиков. Энергия Оже-электронов в твердом теле. Химические сдвиги в Оже-спектрах. Связь химических сдвигов в рентгеноэлектронной и Оже-спектроскопии. Уширение линий в оже-спектрах твердого тела (конечное время жизни, фононное уширение, вариация энергии

поляризации). Оже-спектры с участием электронов внешних зон. Количественная Оже-спектроскопия. Сечение ионизации. Коэффициент обратного рассеяния. Глубина выхода. Методы количественного анализа. Метод коэффициентов относительной чувствительности.

Раздел II Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия (УФЭС).

Тема 1 Методы ионной спектроскопии (11 часов)

Физические принципы ультрафиолетовой фотоэлектронной спектроскопии. Использование УФЭС для изучения зонной структуры. Применение УФЭС для изучения адсорбированных молекул. Использование синхротронного излучения и его преимущества. Соотношение между энергией синхротронного излучения и глубиной выхода фотоэлектронов. Фотоэмиссия из двух вырожденных по энергии систем уровней. Зависимость сечения поглощения от энергии фотонов. Неразрушающие и разрушающие методы. Локальный и послойный анализ. Спектроскопия обратного резерфордовского рассеяния. Активационный анализ. Обмен зарядом между ионами и поверхностью. Ионно-нейтрализационная спектроскопия (ИНС). Рассеяние медленных ионов (РМИ). Структурные дефекты и их проявления в РМИ. Рассеяние быстрых ионов. Статическая и динамическая Вторично-ионная масс-спектрометрия (ВИМС). Количественная интерпретация данных послойного анализа. Калибровка скорости распыления. Шкала концентраций. Разрешение по глубине. Эффекты, обусловленные ионной бомбардировкой.

Раздел III Масс-спектрометрия

Тема 1 Ионизация атомов и молекул (11 часов)

Методы ионизации. Типы ионов. Сущность метода масс-спектрометрии. Принципиальная схема масс-спектрометра. Магнитные и динамические масс-спектрометры. Спектрометрион-циклотронного резонанса. Хромато-масс-спектрометрия. Применение метода масс-спектрометрии для исследования органических и неорганических соединений. Идентификация и установление строения веществ. Определение потенциалов ионизации молекул. Массспектрометрия в термодинамических исследованиях и химической

кинетике.

I. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

На самостоятельную работу студентов по курсу «Избранные вопросы физики поверхности твердого тела» отводится 72 часа. Контактной самостоятельной работы в рамках данного курса не предусмотрено.

II. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1 Физические принципы и основы метода	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 1-7, Собеседование (УО-1)
			умеет	Лабораторное задание (ПР-6)	зачет, вопросы 1-7, Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 1-7, Собеседование (УО-1)
2	Тема 2 Физические основы метода.	УК-5.1; УК-5.2;	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 8-11,

	Особенности качественного анализа	УК-5.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3			Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 8-11, Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 8-11, Собеседование (УО-1)
3	Тема 3 Обработка результатов обзор программ обработки РФЭ-линий:	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3;	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			умеет	Лабораторное задание (ПР-6)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
3	Тема 4 Интерпретация результатов применения РФЭС к исследованию поверхностей и интерпретация результатов.	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
3	Тема 5 Физические принципы и основы метода ОЭС.	ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование

		4.3			(УО-1)
3	Тема 6 Методы ионной спектроскопии	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; ОПК-3.1; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	знает	Лабораторное задание (ПР-6)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
3	Тема 7 Ионизация атомов и молекул.	УК-5.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			умеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)
			владеет	Доклад, сообщение (УО-3)	зачет, вопросы 12-17 Собеседование (УО-1)

Вопросы и типы заданий к зачету, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

III. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие / В.И. Троян, М.А. Пушкин, В.Д. Борман, В.Н. Тронин. - М. : МИФИ, 2008. - 258 с. - ISBN 978-5-7262-1020-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237998>

2. Гуртов В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2012. — 560 с. <http://www.iprbookshop.ru/26903.html>
3. Пергамент М.И. Методы исследований в экспериментальной физике: учеб. пособие / М. И. Пергамент .- Долгопрудный : Интеллект , 2010 .- 300 с.
4. Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха.- М.: Мир, 1987.- 600 с.
5. Нефедов В.И. Рентгеноэлектронная спектроскопия химических соединений: справочник. – М.: Химия, 1984. – 255 с.

Дополнительная литература

1. Агеев О.А., Федотов А.А., Смирнов В.А. Методы формирования структур элементов наноэлектроники и наносистемной техники: Учебное пособие. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. - 72 с. <http://window.edu.ru/resource/948/73948>
2. Драгунов В.П. Микро- и наноэлектроника: учебное пособие / В.П. Драгунов, Д.И. Остертак. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 38 с.: <http://www.iprbookshop.ru/45107.html>
3. Афонский А.А. Электронные измерения в нанотехнологиях и в микроэлектронике [Электронный ресурс] / Афонский А.А., Дьяконов В.П. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Профобразование, 2017. – 688 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63585.html> – ЭБС «IPRbooks».
4. Поверхность и межфазные границы в окружающей среде. От наноуровня к глобальному масштабу [Электронный ресурс] / П. Морис ; пер. с англ. под ред. В. И. Свитова. - Эл. Изд. - М. : БИНОМ.

<http://e.lanbook.com/view/book/42601/page139/>

5. Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Данилюк А.Л., Уткина Е.А. Нанoeлектроника: теория и практика. 2-ое изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 366 с.

Интернет-ресурсы

1. Сайт физического факультета КемГУ <http://physic.kemsu.ru>, дата обращения 24.01.2016.
2. Учебные и методические пособия, методические указания к практическим работам (включая электронные варианты, все доступно на странице http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=107, дата обращения 24.01.2016).
3. X-ray Photoelectron Spectroscopy Database of the National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA, [<http://srdata.nist.gov/xps/>, дата обращения 24.01.2016].
4. Физические основы, аппаратура и методы электронной спектроскопии: Метод. указания к лабораторным работам по курсу —Физические основы электронной техники. Сост. Паршин А.С.- Красноярск: САА, 1993. - 28 с. [<http://sibsauktf.ru/courses/>, дата обращения 24.01.2016].
5. Получение и контроль сверхвысокого вакуума: Метод. указания к специальному практикуму по курсам «Физика поверхности и границ раздела» /Сост.: А.Е. Худяков, С.Г. Овчинников, А.С. Паршин.- Красноярск: САА, 2000.- 39 с. [<http://sibsauktf.ru/courses/>, дата обращения 24.01.2016].

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется общее программное обеспечение компьютерных учебных классов (Windows XP, Microsoft Office и др.). Аудитории Лабораторного корпуса оснащены проекторами и экранами, с помощью которых можно сделать графическую презентацию найденной информации, сделать доклад, провести презентацию графических материалов лекции.

IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе обучения студент должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент

должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы обычно составляет по времени 53% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которыми каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины или на кафедре.

Главное в период обучения своей специальности – это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на следующий день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием как успешной учебы, так и последующей работы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Организация деятельности студента.

Практическое занятие. Перед выполнением практических работ студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по теме занятия. Если при изучении теоретического материала возникли вопросы, задать вопрос преподавателю.

Лабораторная работа. Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическим материалом по текущей теме. Если при изучении данного материала возникли вопросы, проконсультироваться с преподавателем. Прочитать инструкцию по выполнению лабораторной работы. Составить план выполнения для достижения поставленных задач. В случае затруднений необходимо

обратиться к преподавателю. Следуя составленному плану, начать выполнение лабораторной работы. После выполнения каждого этапа, необходимо сделать анализ полученных результатов. Если результат удовлетворяет всем требованиям, указанным в задании, перейти к следующему этапу. В противном случае, если результат не удовлетворяет требованиям задания, приводит к некорректным выводам и/или ответам, необходимо проанализировать причины, приведшие к ошибкам. Работа над ошибками является одним из условий процесса совершенствования знаний и навыков а, следовательно, успешной учебы и работы.

После выполнения всех этапов лабораторной работы нужно составить отчет о проделанной работе. Представить данный отчет на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа. Выполнение самостоятельной работы студентами необходимо для успешного закрепления изученного материала и навыков моделирования, приобретенных на лабораторных работах. Процесс выполнения схож с лабораторными работами, с одним отличием – отсутствует возможность текущей консультации с преподавателем по возникающим ошибкам, либо трудностям. Благодаря этому студент начинает приобретать навыки самостоятельного анализа и решения проблем, что позволяет лучше усвоить материал. Перед выполнением самостоятельной работы прочитать поставленное задание и составить план действий для его выполнения. Следуя составленному плану, начать выполнение самостоятельной работы. Анализ полученных результатов, необходим после выполнения каждого этапа. Если результат удовлетворяет всем требованиям, указанным в задании, перейти к следующему этапу. После выполнения всех этапов самостоятельной работы нужно оформить результаты в виде отчета. Представить данный отчет на проверку преподавателю на лабораторном занятии.

I. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p style="text-align: center;">690014, Приморский край, г. Владивосток, ул. Радио 5, ИАПУ ДВО РАН, 302, 304, 306, 308, 310</p>	<p>Специализированная лаборатория Департамента общей и экспериментальной физики структур: Лаборатория технологии двумерной микроэлектроники:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сверхвысоковакуумная установка поверхностного анализа MULTIPROBE ARUPS «Omicron»: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 40 до 500К), - ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия с угловым разрешением 2. Сверхвысоковакуумная двухкамерная установка «Omicron» STM VT-25: - сканирующая туннельная микроскопия (в диапазоне температур от 77 до 700 К) - электронная оже-спектроскопия, - дифракция медленных электронов. 3. Сверхвысоковакуумная установка для молекулярно- пучковой эпитаксии, оборудованная эффузионными ячейками Кнудсена (производства Dr. Erbell) и дифрактометром быстрых электронов Specs RHD-30. <p>Количество посадочных рабочих мест для студентов - 8</p>	<p>Microsoft Office365/Microsoft/США/Платное ПО</p> <p>Microsoft Teams/Microsoft/США/Платное ПО</p>

Для обработки результатов моделирования и анализа результатов можно использовать стандартные программы для построения графиков в операционной системе Windows.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Подготовка к практическому занятию №1	4 час.	Работа на занятии
2	2 неделя	Подготовка к практическому занятию №2	4 час.	Работа на занятии
3	3 недели	Подготовка к практическому занятию №3	4 час.	Работа на занятии
4	4 недели	Подготовка к лабораторной работе №1. Выполнение самостоятельного задания по теме 1	4 час.	Работа на занятии
5	5 неделя	Подготовка к лабораторной работе №2. Выполнение самостоятельного задания по теме 2	4 час.	Работа на занятии
6	6 неделя	Подготовка к практическому занятию №4	4 час.	Работа на занятии
7	7 неделя	Выполнение самостоятельного задания по теме 3	4 час.	Проверка домашней работы
8	8 неделя	Подготовка к лабораторной работе №3	4 час.	Работа на занятии
9	9 неделя	Подготовка к практическому занятию №4	4 час.	Работа на занятии
10	10 неделя	Выполнение самостоятельного задания по теме 4	4 час.	Проверка домашней работы
11	11 неделя	Подготовка к лабораторной работе №4	4 час.	Работа на занятии
12	12 неделя	Подготовка к практическому занятию №5	4 час.	Работа на занятии
13	13 неделя	Выполнение самостоятельного задания по теме 5	4 час.	Проверка домашней работы
14	14 неделя	Подготовка к лабораторной работе №5	4 час.	Проверка домашней работы
15	15 неделя	Подготовка к лабораторной работе №6	5 час.	Работа на занятии
16	16 неделя	Подготовка к лабораторной работе №7	5 час.	Работа на занятии
17	17 неделя	Подготовка к лабораторной работе №8	5 час.	Работа на занятии
18	18 неделя	Подготовка к лабораторной работе №9	5 час.	Работа на занятии
Итого			76 час.	

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Задания и методические рекомендации для самостоятельной работы обеспечивают подготовку лабораторным занятиям, а также закрепление материала по пройденным темам. Их полное содержание приведено в программе и методических указаниях. Методические указания к лабораторным занятиям в электронном виде и печатном виде берутся у ведущего преподавателя.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы отражаются в кратких отчетах, где приводятся результаты каждого из лабораторных занятий и заданий для самостоятельной работы. Отчеты по лабораторным занятиям и самостоятельной работе предоставляются преподавателю в электронном виде (где необходимо, компьютерное моделирование и построение графиков с помощью вычислительных средств) или письменном виде (если занятие проводится без использования компьютеров).

К представлению материалов по результатам лабораторных занятий предъявляются следующие требования.

Структура краткого отчета по результатам лабораторного занятия и самостоятельной работы.

Если для данного занятия необходимо предоставить материалы в электронной форме, то они подготавливаются как текстовые документы в редакторе MS Word.

Краткий отчет по результатам лабораторного занятия, либо самостоятельной работы должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе исходный код моделируемой задачи, построенные графики, расчеты, необходимые пояснения и иллюстрации микромагнитной структуры и т.д.

Структурно краткий отчет по результатам лабораторного занятия, либо самостоятельной работы состоит из следующих частей:

- Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, начинается с новой страницы, содержат указание варианта, тему, план работы и т.д.);
- Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т.д.
- Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

Краткий отчет по результатам лабораторного занятия и самостоятельной работы оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении кратких отчетов:

- набор текста (если необходим отчет в электронной форме);
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;

- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);

Если набор текста осуществляется на компьютере, то необходимо придерживаться следующих требований:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта – 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы – левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами;
- режим автоматического переноса слов, за исключением заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Графическая информация: изображения микромагнитной структуры, графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т.п., должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения mmDisp OOMMF настроить параметры масштабирования и цветовой схемы для наглядного отображения микромагнитной структуры.

Приведенные в отчет изображения рекомендуется отмасштабировать для заполнения страницы отчета «по ширине».

Изображения и графики в кратком отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Оценивание результатов лабораторных занятий и самостоятельных работ проводится по критериям:

- полнота и качество выполненных заданий;
- владение методами и приемами микромагнитного моделирования в исследуемых вопросах, применение специализированных программных средств (если необходимо);
- отсутствие фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы или задачи;
- отсутствие значительных ошибок в приводимых количественных результатах.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1 Физические принципы и основы метода	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1;	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 1-7 Собеседование (УО-1)
			умеет	Собеседование (УО-1)	зачет, задание, тип 1 Собеседование (УО-1)
			владеет	Практическая работа (ПР-6)	зачет, задание,

		ОПК-4.2; ОПК-4.3			тип 1 Собеседование (УО-1)
2	Тема 2 Физические основы метода. Особенности качественного анализа	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 8-11 Собеседование (УО-1)
			умеет	Собеседование (УО-1)	зачет, задание, тип 2 Собеседование (УО-1)
			владеет	Лабораторная работа (ПР-6)	зачет, задание, тип 2 Собеседование (УО-1)
3	Тема 3 Обработка результатов обзор программ обработки РФЭ-линий:	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 12-13 Собеседование (УО-1)
			умеет	Собеседование (УО-1)	зачет, задание, тип 3 Собеседование (УО-1)
			владеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, задание, тип 3 Собеседование (УО-1)
4	Тема 4 Интерпретация результатов применения РФЭС к исследованию поверхностей и интерпретация результатов.	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 14-15 Собеседование (УО-1)
			умеет	Собеседование (УО-1)	зачет, задание, тип 4 Собеседование (УО-1)
			владеет	Творческое задание (ПР-13)	зачет, задание, тип 4 Собеседование (УО-1)
5	Тема 5 Физические принципы и основы методаОЭС.	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3;	знает	Конспект (ПР-7)	зачет, вопросы 16-17 Собеседование

		ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3			(УО-1)
			умеет	Собеседование (УО-1)	зачет, задание, тип 5 Собеседование (УО-1)
			владеет	Лабораторная работа (ПР-6)	зачет, задание, тип 5 Собеседование (УО-1)

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели	баллы
УК-5.1 организовывает и модерирует межкультурное взаимодействие для решения профессиональных задач	Знает разнообразие, сущность и особенности различных культур, основы организации межкультурного взаимодействия;	Способность пересказать и объяснить учебный теоретический материал с достаточной степенью научной точности и полноты, с приведением примеров	Знает основы физики полупроводников; Знаком с основными разделами физики конденсированного состояния, для изучения полупроводниковых материалов; Знает основные методы исследования полупроводниковых материалов.	60-74
	Умеет анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;	Уметь систематизировать научную информацию о полупроводниковой структуре, выполнять типовые задачи по расчету параметров исследуемого объекта	Умеет самостоятельно использовать теоретические знания физики полупроводников для расчета параметров исследуемого объекта; Умеет проводить математическое описание геометрической модели, соответствующей конкретному экспериментальному	75-89

			у объекту; Умеет решать типовые научные и инновационные задачи в областях физики полупроводников.	
	Владеет навыками построения коммуникаций и взаимодействий в процессе межкультурного диалога	Владеет навыками практического использования основ физики полупроводников для решения простых научно-инновационных задач в области нанoeлектроники.	Владеет основами теории физики полупроводников; Владеет навыками интерпретации результатов математического моделирования для описания и дополнения результатов экспериментального исследования; Владеет навыками практического использования основ физики полупроводников для описания проводящих свойств моделируемой интегральной микросхемы.	90-100
УК-5.2 выбирает способы преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных барьеров для межкультурного взаимодействия при решении профессиональных задач	Знает способы преодоления коммуникативных, образовательных, этнических, конфессиональных барьеров;	Может пересказать и объяснить учебный теоретический материал с достаточной степенью научной точности и полноты, с приведением примеров	Знает основные методы контроля параметров полупроводниковых микросхем; Знает основные особенности технологической разработки интегральных микросхем; Знает основные способы и форматы представления результатов математического моделирования; Знает основы написания исходного кода задачи для	60-74

			симуляции конкретного процесса в полупроводниковой среде.	
	Умеет учитывать разнообразие культур для межкультурного взаимодействия при решении профессиональных задач;	Умеет планировать, также частично организовывать простые исследования с использованием методов математического моделирования для решения задач в области нанoeлектроники	Умеет анализировать результаты моделирования и представлять полученные данные в графической форме; Умеет проводить расчеты, которые необходимы формирования исходного кода для моделирования полупроводниковых приборов; Умеет самостоятельно составлять исходный код задачи для симуляции конкретного процесса, протекающего в полупроводниковых структурах.	75-89
	Владеет навыками преодоления и способами разрешения разногласий, и конфликтов в межкультурной коммуникации	Владеет навыками организации, планирования и проведения научных исследований в области микроэлектроники и проектирования полупроводниковых схем	Владеет программным обеспечением САПР TCAD необходимым для обработки и визуализации результатов исследования, выполненного с помощью математического моделирования; Уверенно владеет навыками написания базовых конструкций для реализации вычислительных процедур по математическому	90-100

			моделированию;	
УК-5.3 оценивает эффективност ь выбранных способов	Знает основные методы и способы оценки эффективности межкультурного взаимодействия;	Может провести анализ работы электрической цепи, состоящей из набора полупроводниковых элементов	Знает основные методы позволяющие оценить производительность работы полупроводниковых микросхем, используя экспериментальные методы и метод математического моделирования.	60-74
	Умеет эффективно осуществлять профессиональное взаимодействие с учетом существующего разнообразия культур;	Умеет планировать последовательность диагностических проверок эффективности работы интегральных схем, также частично организовывать простые исследования с использованием методов математического моделирования	Умеет пользоваться пакетами для математического моделирования в соответствии с программой курса.	75-89
	Владеет навыками поиска использования информации о разнообразии культур для осуществления эффективного профессионального взаимодействия	Владеет теорией полупроводниковой электроники в достаточной мере, чтобы определять перспективные направления нанoeлектроники	Владеет навыками применения современных подходов для исследования полупроводниковых элементов; Владеет способами и навыками, позволяющими определять перспективные направления нанoeлектроники, в которых активно используются или могут использоваться полупроводниковые элементы.	90-100

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания
результатов освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме лабораторных и практических занятий, а также самостоятельных работ, по результатам которых производится оценка результатов обучения студентов. Оценка осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

Оценивание результатов освоения дисциплины на этапе текущей аттестации проводится в соответствии с используемыми оценочными средствами и критериями.

Критерии оценки кратких отчетов по результатам практических занятий

Оценивание результатов работы на лабораторном занятии, а также выполнения самостоятельной работы проводится при представлении краткого отчета в электронном или письменном виде по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет преподавателю краткий отчет, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов, рассматриваемых на занятии, допускает существенные ошибки в работе, представляет неполный отчет по выполнению заданий.

Промежуточная аттестация студентов

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета, форма сдачи зачета – «устный опрос в форме ответов на вопросы», «практические задания по типам». Допуск к сдаче зачета возможен только после защиты отчетов по всем лабораторным работам курса и выполнения всех самостоятельных заданий.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине:

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил

		его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0-60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для промежуточной аттестации Собеседование (УО-1)

Вопросы к экзамену

- 1. Рентгенофотоэлектронная, Оже- и УФЭ-спектроскопии.** Какие элементы можно определять методом РФЭС и методом ОЭС?
2. Принцип метода масс-спектрометрии. Основные задачи, решаемые в рамках метода.
- 3. Как происходит обработка и интерпретация данных в методе РФЭС**
4. Напишите путь определения зарядки поверхности облучаемых образцов (калибровка спектров РФЭС)
5. Опишите принципы расчета химического сдвига и спин-орбитального расщепления РФЭС-линий
6. Как происходит количественный анализ в РФЭС и определение структурной формулы вещества
7. Принципы интерпретация данных РФЭС в конкретных химико- и физико-материаловедческих задачах
8. Основные этапы обработки и интерпретации Оже-спектров в РФЭ спектроскопии
9. По какой методике осуществляется расчет модифицированного параметра Вагнера и энергии релаксации из совместного анализа РФЭС и ЭОС данных
10. Приведите примеры интерпретация данных Оже-спектроскопии в конкретных химико- и физико-материаловедческих задачах.