



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и экспериментальной физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.О.26.02 Методы исследования материалов электроники

Направление подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) подготовки: Электроника и наноэлектроника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 42
от «15» апреля 2024 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 7
от «26» марта 2024 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н.
А.А. Гаврилюк

Иркутск 2023 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3. Содержание учебного материала	8
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	9
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	10
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	10
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	11
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	12
а) <i>перечень литературы</i>	12
б) <i>список авторских методических разработок</i>	12
в) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	13
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	13
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	14

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Методы исследования материалов и структур электроники» являются:

- расширение фундаментальных знаний в области физики полупроводников и диэлектриков.

- ознакомление с основными физическими и физико-химическими методами исследования состава полупроводников и диэлектриков

- формирование личности, подготовленной к профессиональной деятельности, требующей углубленной фундаментальной и профессиональной подготовки (в том числе к научно-исследовательской работе) в области фундаментальной и прикладной физики полупроводников и диэлектриков.

Задачами дисциплины являются следующие:

- 1) Развитие мышления студентов, формирование у них умений самостоятельно приобретать и применять знания, наблюдать и объяснять физические явления;
- 2) Ознакомление студентов с представлениями о современных методах исследования состава полупроводников и диэлектриков;
- 3) изучение основных принципов работы современных измерительных комплексов для исследования физико-химических свойств полупроводниковых и диэлектрических материалов;
- 4) Развитие навыков делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б1.О.26.02 «Методы исследования материалов и структур электроники» является дисциплиной профессионального цикла и относится к базовой части образовательной программы по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Курс предполагает наличие у студентов первичных знаний в области физики, химии, спектроскопии полупроводников и диэлектриков.

Дисциплина связана с курсами «Физика конденсированного состояния», «Физическая химия материалов», «Физика диэлектриков», «Физика полупроводников».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц.

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Осознанно выбирать пути решения научных задач на основе анализа знаний из области физического материаловедения (ПК-2):

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2	<p>1.1 Знать основные направления развития современного физического материаловедения.</p> <p>1.2 Уметь осуществить выбор экспериментального исследования и модификации материалов и структур электроники и наноэлектроники методами современного материаловедения.</p> <p>1.3 Владеть навыками решения задач исследования, модификации и контроля материалов и структур электроники и наноэлектроники на основе анализа знаний из области физического материаловедения.</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные современные методы измерения параметров материалов, понимать физические процессы, лежащие в основе этих методов, уметь объяснить влияние контролируемых параметров материалов на характеристики приборов и структур на их основе • физические принципы построения и работы оборудования для исследования полупроводников и диэлектриков; • современный научно-технический уровень производства и исследований полупроводниковых и диэлектрических материалов. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обосновывать выбор методов исследования для определения характеристик полупроводниковых и диэлектрических материалов при решении конкретной практической задачи; • применять полученные знания для проведения экспериментальных исследований; • участвовать в научных исследованиях, направленных на изучение структуры, состава и свойств полупроводниковых и диэлектрических материалов <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • информацией о современных тенденциях в развитии методов исследования материалов и структур электроники, их аппаратного оформления; • навыками интерпретации результатов исследований, полученных отдельными методами. • методами обработки полученных экспериментальных данных на основе современных информационных технологий.

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов, в том числе 77 часов контактной работы.

Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается.

На практическую подготовку отводится 56 аудиторных часов (во время выполнения практических заданий).

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
				Лекции	Лаб. работы	Консультации		
1	Введение в физико-химические методы исследований материалов.	5	17	6	2		6	Опрос
2	Электрические измерения и методы диагностирования электрических параметров полупроводников и структур электроники	5	18	7	7		6	Опрос
3	Спектроскопические методы анализа материалов	5	17	3	8		6	Опрос
4	Оптические методы исследования материалов	5	17	6	8		6	Опрос
5	Методы рентгеновского анализа материалов.	5	17	5	4		6	Опрос
6	Хроматографические методы анализа.	5	18	4	10		6	Опрос
7	Резонансные методы исследования	5	18	2	8		6	Опрос
8	Основные задачи диагностики состава полупроводников.	5	17	5	9		6	Опрос
	зачет	5	5				2	Тестирование
	КСР							
	Итого часов		144	38	56		50	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Введение в физико-химические методы исследований материалов.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы	После завершения лекций по данному разделу	6	Опрос	Вся рекомендуемая литература
1	Электрические измерения и методы диагностирования электрических параметров полупроводников и структур электроники	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы	После завершения лекций по данному разделу	6	Опрос	Вся рекомендуемая литература
1	Спектроскопические методы анализа материалов	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы	После завершения лекций по данному разделу	6	Опрос	Вся рекомендуемая литература
1	Оптические методы исследования материалов	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы	После завершения лекций по данному разделу	6	Опрос	Вся рекомендуемая литература
1	Методы рентгеновского анализа материалов.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы	После завершения лекций по данному разделу	6	Опрос	Вся рекомендуемая литература

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Хроматографические методы анализа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы	После завершения лекций по данному разделу	6	Опрос	Вся рекомендуемая литература
1	Резонансные методы исследования	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы	После завершения лекций по данному разделу	6	Опрос	Вся рекомендуемая литература
1	Основные задачи диагностики состава полупроводников.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы	После завершения лекций по данному разделу	6	Опрос	Вся рекомендуемая литература
1	Подготовка к зачёту	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	К концу семестра	2	Тест	Вся рекомендуемая литература
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				50		

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Введение в физико-химические методы исследований материалов.

Общая характеристика физико-химических методов исследований материалов. Достоинства и недостатки физико-химических методов исследований полупроводников и диэлектриков. Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа.

Тема 2. Электрические измерения и методы диагностирования электрических параметров полупроводников и структур электроники.

Измерения удельного сопротивления и концентрации носителей заряда. Методы исследования концентрации и подвижности носителей заряда: Эффект Холла, метод вольт-фарадных характеристик барьера Шоттки, определение концентрации носителей заряда методом плазменного резонанса, определение концентрации по эффекту Фарадея. Методы измерения параметров неравновесных носителей заряда: Измерение дрейфовой подвижности; Определение времени жизни носителей заряда. Методы исследования зонной структуры материалов: Циклотронный резонанс; методы измерения ширины запрещенной зоны.

Тема 3. Спектроскопические методы анализа материалов

Основы спектроскопических методов анализа. Классификация спектроскопических методов. Методы атомной спектроскопии. Атомно-эмиссионный анализ. Происхождение спектров испускания. Источники возбуждения и способы регистрации спектров. Качественный и количественный анализ по спектрам испускания. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Источники излучения, атомизаторы, приемники излучения. Масс-спектрометрия, основные принципы ИСП-МС. Особенности схемы и типы масс-спектрографов. Преимущества и проблемы ИСП-МС.

Тема 4. Оптические методы исследования материалов

Контроль качества поверхности пластин и прозрачных пленок по интенсивности отраженного монохроматического излучения. Эллипсометрические методы исследования оптических свойств структур диэлектрик-полупроводник. Методы оптической спектроскопии: Молекулярные спектры; Фурье-спектроскопия; Аналитическое использование электронных спектров поглощения; Оптическая электронная спектроскопия в отраженном диффузно-рассеянном свете. Люминесцентные методы анализа веществ.

Тема 5. Методы рентгеновского анализа материалов.

Общие сведения о рентгеновском излучении. Дифракция рентгеновских лучей. Рентгенофлуорисцентный анализ. Рентгеноструктурный анализ. Рентгенофазовый анализ. Тонкопленочная рентгеновская дифрактометрия. Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ.

Тема 6. Хроматографические методы анализа.

Принципы хроматографического разделения веществ. Классификация хроматографических методов анализа по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения, по аппаратному оформлению, по способу проведения процесса. Области применения хроматографических методов. Хроматографический пик и его параметры. Газовая хроматография: классификация методов. Принципиальная схема хроматографа. Неподвижные фазы, подвижные фазы, требования к ним. Детекторы, их классификация. Методы жидкостной хроматографии. Особенности хроматографического процесса и аппаратуры.

Тема 7. Резонансные методы исследования

Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса: Теоретические основы метода; Эффект Зеемана; условие простого резонанса, g-фактор; электрон-ядерное взаимодействие, сверхтонкая структура спектров ЭПР. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса: Магнитный момент ядра и его взаимосвязь с магнитным полем; условие простого ядерного резонанса; спин-спиновое взаимодействие и мультиплетность сигналов ЯМР.

Тема 8. Основные задачи диагностики состава полупроводников.

Простые и сложные полупроводники, полупроводниковые структуры- проблемы получения и диагностики состава (анализа). Влияние макросостава на свойства сложных полупроводников. Примеси, политропия примесей в полупроводниках; примесно-чувствительные свойства. Основные единицы измерения содержания компонентов. Качественный и количественный анализ: Элементным и молекулярный анализ. Определение примесей и основных компонентов. Определение среднего содержания примесей, послойный и локальный анализ. Определение общего содержания примесей в полупроводнике и диагностика электроактивных примесей.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Тема 1	Введение в физико-химические методы исследований материалов.	2	Контрольные вопросы	ПК - 2
2.	Тема 2	Электрические измерения и методы диагностирования электрических параметров полупроводников и структур электроники	7	Контрольные вопросы	ПК - 2

3.	Тема 3	Спектроскопические методы анализа материалов	8	Контрольные вопросы	ПК - 2
4.	Тема 4	Оптические методы исследования материалов	8	Контрольные вопросы	ПК - 2
5.	Тема 5	Методы рентгеновского анализа материалов.	4	Контрольные вопросы	ПК - 2
6.	Тема 6	Хроматографические методы анализа.	10	Контрольные вопросы	ПК - 2
7	Тема 7	Резонансные методы исследования	8	Контрольные вопросы	ПК - 2
8	Тема 8	Основные задачи диагностики состава полупроводников.	9	Контрольные вопросы	ПК - 2

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Все темы	Внеаудиторная работа	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы	Вся рекомендуемая литература	30
2.	Все темы	Закрепление лекционного материала для работы на практических занятиях	Вопросы для текущего контроля	Вся рекомендуемая литература	20

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию;
- внеаудиторная – самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа помогает студентам:

1) овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
- работа со справочниками и др. справочной литературой;

- ознакомление с нормативными и правовыми документами;
- учебно-методическая и научно-исследовательская работа;
- использование компьютерной техники и Интернета и др.;

2) закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекции;
- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;
- подготовка плана;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- подготовка ответов на контрольные вопросы;
- заполнение рабочей тетради;
- аналитическая обработка текста;
- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.);
- подготовка реферата;
- составление библиографии использованных литературных источников;
- тестирование и др.;

3. формировать умения:

- решение ситуационных задач и упражнений по образцу;
- выполнение расчетов (графические и расчетные работы);
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к тестированию;
- опытно-экспериментальная работа;
- подготовка к курсовым работам.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- Осознанно выбирать пути решения научных задач на основе анализа знаний из области физического материаловедения (ПК-2):
 - Знать основные направления развития современного физического материаловедения.
 - Уметь осуществить выбор экспериментального исследования и модификации материалов и структур электроники и наноэлектроники методами современного материаловедения.
 - Владеть навыками решения задач исследования, модификации и контроля материалов и структур электроники и наноэлектроники на основе анализа знаний из области физического материаловедения.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы не предусматриваются

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) перечень литературы

Основная литература:

1. Шалаев, А. А. Основы физического материаловедения [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. / А. А. Шалаев ; рец.: В. В. Акимов, А. А. Гаврилюк ; Иркут. гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т геохимии им. А. П. Виноградова. - Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013 - . - (Методы экспериментальной физики конденсированного состояния). Ч. 1. - 2013. - 159 с. (10 экз.)
2. Шалаев, Алексей Александрович (канд. физ.-мат. наук, снс) Основы физического материаловедения [Текст]: учеб. пособие : в 2 ч. / А. А. Шалаев ; рец.: В. В. Акимов, А. А. Гаврилюк. - Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013 . Ч. 2. - 2014. - 175 с. (10 экз.)
3. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. И. Епифанов. - Москва: Лань, 2011. - 288 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Библиогр.: с. 282-283. - ISBN 978-5-8114-1001-9 :ББК В37я73
4. Методы выращивания и исследования кристаллических материалов [Текст] : лаб. практикум / Иркут. гос. ун-т, Физ. фак. ; ред. Е. А. Раджабов ; рец. В. В. Акимов. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 82 с. (10 экз.)

Дополнительная:

1. Технологии материалов для микро- и нанoeлектроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Скоробогатова, Зубрицкий, Петров, Семёнов - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.
2. Егранов А. В. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Егранов. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0884
3. Шендрик, Р. Ю. Введение в физику сцинтилляторов - 1 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Ю. Шендрик. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0884-2
4. Щука, Александр Александрович. Нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направл. подготовки "Прикл. математика и физика" / А. А. Щука. - 2-е изд. - ЭВК. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - (Нанотехнологии). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 15 доступ. - ISBN 978-5-9963-1055-5
5. Павлинский, Гелий Вениаминович. Рентгеновская флуоресценция [Электронный ресурс] : научное издание / Г. В. Павлинский. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0895-8
6. Павлинский, Гелий Вениаминович. Физика рентгеновского излучения [Электронный ресурс] : сб. задач / Г. В. Павлинский ; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - Электрон.

б) список авторских методических разработок

1. Шалаев, А. А. Основы физического материаловедения [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. / А. А. Шалаев ; рец.: В. В. Акимов, А. А. Гаврилюк ; Иркут. гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т геохимии им. А. П. Виноградова. - Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013 - . - (Методы экспериментальной физики конденсированного состояния). Ч. 1. - 2013. - 159 с. (10 экз.)
2. Шалаев, Алексей Александрович (канд. физ.-мат. наук, снс) Основы физического материаловедения [Текст]: учеб. пособие : в 2 ч. / А. А. Шалаев ; рец.: В. В. Акимов, А. А. Гаврилюк. - Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013 . Ч. 2. - 2014. - 175 с. (10 экз.)
3. Методы выращивания и исследования кристаллических материалов [Текст] : лаб. практикум / Иркут. гос. ун-т, Физ. фак. ; ред. Е. А. Раджабов ; рец. В. В. Акимов. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 82 с. (10 экз.)

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- Книгафонд - библиотека онлайн чтения. www.knigafund.ru
- ЭЧЗ «БИБЛИОТЕХ» <https://isu.bibliotech.ru/>
- ЭБС «ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «РУКОНТ» <http://rucont.ru> Архив научных журналов
- JSTOR <http://www.jstor.org>
- Сайт кафедры экспериментальной физики <http://medphysics-irk.ru>

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию. Лабораторное оборудование не предусмотрено.

На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет, стандартными средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу.

Имеются списки заданий и методическое руководство в электронном и печатном виде, в том числе в авторском учебном пособии.

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартными средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в области астрономии.

VII. Образовательные технологии

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих формах деятель-

ности:

- **лекции**, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- **практические занятия**, направленные на активизацию познавательной деятельности студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;
- **консультации** – еженедельно для всех желающих студентов;
- **самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине;
- **текущий контроль** за деятельностью студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях в ходе самостоятельного решения задач, в том числе у доски.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств представлен в приложении.

8.1.1. Оценочные средства для входного контроля

Проводится опрос на первом занятии.

8.1.2. Оценочные средства текущего контроля

Типы контроля успешности освоения программы студентом:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация (зачет);

Текущий контроль успеваемости – это проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении семестра.

Промежуточная аттестация (зачет) - это оценка совокупности знаний, умений, навыков по дисциплине в целом или по ее разделам.

К видам контроля относятся:

- устные формы контроля;
- письменные формы контроля;
- контроль с помощью технических средств и информационных систем.

К традиционным формам контроля относятся:

- проверка выполнения домашнего задания
- зачет
- тест
- контрольная работа

8.1.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерий формирования оценки – посещаемость аудиторных занятий, активность студентов на занятиях, уровень подготовки к семинарам, выполнение домашних работ.

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в устной форме по билетам, которые содержат одно задание с теоретическими и практическими элементами.

При оценке знаний и умений учитывается:

понимание изученного содержания, самостоятельность суждений, степень систематизации и глубины знаний;

содержание умения и возможность его применения в практической деятельности;

наличие ошибок, их количество, характер и влияние на качество выполненной работы, временной норматив.

В процессе контроля проверяется сформированность следующих профессиональных компетенций:
Способен анализировать современное состояние методов и технологий модификации свойств наноматериалов и наноструктур;

Способен проводить научные исследования как самостоятельно, так и в коллективе.

Владеет современными технологиями проведения экспериментальных и теоретических научных исследований с использованием, в том числе, сложного физического оборудования. Умеет пользоваться при проведении научных исследований современными информационными технологиями. Обобщает отечественный и зарубежный опыт проведения научных исследований в своей области исследований.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Разработчик:

_____ д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики
«26» марта 2024 г.

Протокол № 7

Зав. кафедрой _____ д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет
Кафедра Общей и экспериментальной физики

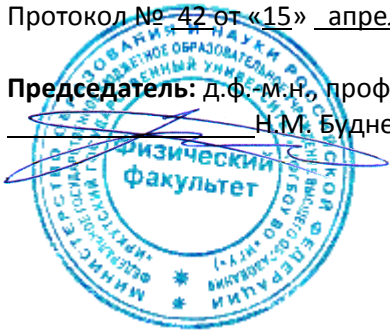
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине Б1.О.26.02 Методы исследования материалов электроники
направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
направленность (профиль) Электроника и нанoeлектроника

Иркутск, 2024


Одобен
УМК физического факультета
Протокол № 42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев



Разработан в соответствии с приказом от 19 сентября 2017 г. № 927 об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 электроника и наноэлектроника

Разработчик:


_____ д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Наименование дисциплины (модуля) Б1.О.26.02 Методы исследования материалов электроники

Направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленности (профили) подготовки Электроника и наноэлектроника

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

1. Компетенции (индикаторы компетенций), формируемые в процессе изучения дисциплины (курс 3 семестр б):
2. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:
3. **общепрофессиональные компетенции (ОПК): ОПК-2**
4. - способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2).
5. В результате изучения дисциплины студент должен:

6. Знать:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ОПК-2	З-2	Знать о физических процессах, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств микро- и наноэлектроники, методах их аналитического описания; факторах, определяющих параметры и характеристики, конструкции и области применения этих устройств;

7. Уметь:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ОПК-2	У-2	Уметь использовать базовые знания в области математики и естественных наук в процессе изучения физических явлений, принципов построения и функционирования устройств микро- и наноэлектроники; ориентироваться в физических размерностях и величинах при решении практических задач; применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании физических процессов, лежащих в основе принципов работы приборов и устройств микро- и наноэлектроники.

8. Владеть:

Индекс компетенции	Индекс образовательного результата	Образовательный результат
ОПК-2	В-2	Владеть методами и средствами решения задач микро- и наноэлектроники на основе базовых знаний из области квантовой физики, физики твердого тела и физики полупроводников, привлекая справочный материал.

9. Текущий контроль

Программа оценивания контролируемых компетенций ОПК–2,

Тема или раздел дисциплины	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Критерий оценивания	Наименование ОС	
				ТК	ПА
Раздел 1-8	ОПК - 2	<p>Знать: современные проблемы, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекает для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p>Уметь: Выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекает для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p>Владеть: соответствующим физико-математическим аппаратом</p>	См. «Тестовые задания»	собеседование, тестирование, экзамен	Тест 1

3.3 Оценочные материалы (средства), обеспечивающие диагностику сформированности компетенций (или индикаторов компетенций), заявленных в рабочей программе дисциплины (модуля)

В этом разделе могут быть представлены зачётно-экзаменационные материалы, содержащие комплекты вопросов (заданий) для зачёта и экзаменационных билетов для экзамена, а также критерии формирования оценок. Решением кафедры в состав экзаменационных билетов для экзамена или заданий к зачёту вместо вопросов, задач/заданий, могут включаться тесты и иные КИМ, применение которых позволит оценить уровни сформированности компетенций у студентов.

Обратите внимание! Данный раздел содержит только тот материал, который используется автором при проведении промежуточной аттестации (зачет или экзамен) по дисциплине (модулю) и указан в его рабочей программе.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Иркутский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Какие методы исследования материалов широко применяются в электронике и микроэлектронике?
2. Каким образом метод электронной спектроскопии (XPS) может быть использован для анализа поверхностных состояний материалов?
3. Какие методы могут быть использованы для исследования дефектов и микроструктуры материалов в электронике и микроэлектронике?

Педагогический работник _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

«26» марта 2024 г.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
- оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
- оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
- оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

*«Иркутский государственный
университет»*

(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет

Вопросы для собеседования

Вопрос 1: Какие методы исследования материалов широко применяются в электронике и микроэлектронике?

Вопрос 2: Как работает метод рентгеновской дифракции, и как он может быть использован для анализа кристаллической структуры материалов?

Вопрос 3: Какие характеристики материалов можно изучать с помощью метода спектроскопии поглощения рентгеновских лучей (XAS)?

Вопрос 4: Что такое электронная микроскопия, и какие виды электронных микроскопов существуют? Для чего они используются?

Вопрос 5: Каким образом методы атомно-силовой микроскопии (AFM) и сканирующей туннельной микроскопии (STM) позволяют изучать поверхность материалов на атомном уровне?

Вопрос 6: Какие методы магнитной резонансной спектроскопии используются для анализа свойств материалов? Что они могут раскрывать о структуре и динамике материалов?

Вопрос 7: Что такое методы рассеяния нейтронов и какие особенности их применения в материаловедении?

Вопрос 8: Каким образом метод электронной спектроскопии (XPS) может быть использован для анализа поверхностных состояний материалов?

Вопрос 9: Какие методы оптической спектроскопии (например, UV-Vis, инфракрасная спектроскопия) применяются для изучения оптических свойств полупроводников и других материалов?

Вопрос 10: Что такое методы исследования механических свойств материалов (например, твердость, упругость), и какие приборы используются для их измерения?

Вопрос 11: Какие техники микро- и наноскопии используются для изучения морфологии и структуры материалов на наномасштабе?

Вопрос 12: Какие методы анализа поверхности материалов позволяют определить химический состав и дефекты на поверхности?

Вопрос 13: Какие методы спектроскопии магнитного резонанса используются для исследования магнитных свойств материалов?

Вопрос 14: Каким образом методы термического анализа (DSC, TGA) могут быть применены для изучения термических свойств материалов?

Вопрос 15: Какие методы рассеяния света (например, динамический и статический рассеяния света) используются для изучения коллоидных и наноматериалов?

Вопрос 16: Какие методы исследования могут быть применены для анализа электрических и магнитных свойств полупроводников и магнетиков?

Вопрос 17: Какие методы спектроскопии электронов и дырок (например, электронная спектроскопия Auger и фотоэмиссионная спектроскопия) применяются для изучения электронной структуры материалов?

Вопрос 18: Какие физические явления исследуются при помощи методов ядерной магнитной резонансной спектроскопии (NMR)?

Вопрос 19: Каким образом методы анализа поверхностных наноструктур могут быть использованы для создания и контроля наноматериалов?

Вопрос 20: Какие методы могут быть использованы для исследования дефектов и микроструктуры материалов в электронике и микроэлектронике?

Педагогический работник _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

«26» марта 2024 г.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно отвечает на 3 вопроса;
- оценка «хорошо» - правильный ответ на 2 вопроса и общий ответ на 1 вопрос;
- оценка «удовлетворительно» - общий ответ на заданные вопросы, отсутствие конкретики при понимании механизмов, лежащих в основе;
- оценка «неудовлетворительно» - полное отсутствие понимания общих базовых механизмов.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Физический факультет**

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Тест №1 (пример)

Тестовое комплексное задание для контроля знаний

Инструкция:

Прежде чем приступить к выполнению тестового задания, внимательно прочитайте вопросы. Если Вы затрудняетесь ответить на вопрос, переходите к следующему, но не забудьте вернуться к пропущенному заданию.

Время выполнения теста – 45 мин.

Каждый правильный ответ на вопрос блока А оценивается в 1 балл;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Б и В – 1,5 балла;

Каждый правильный ответ на вопрос блоков Г и Д – 2 балла.

БЛОК А.

Выберите один правильный ответ и обведите его кружком:

1 Вопрос: Какие методы исследования материалов электроники используются для анализа структуры кристаллических материалов?

- a) Спектроскопия*
- b) Электронная микроскопия*
- c) Рентгенография*

Правильный ответ: b) Электронная микроскопия

2 Вопрос: Какой прибор используется для изучения электронных свойств полупроводниковых материалов?

- a) Масс-спектрометр*
- b) Электронный микроскоп*
- c) Генератор случайных чисел*

Правильный ответ: b) Электронный микроскоп

3 Вопрос: Какие методы могут использоваться для анализа химического состава материалов электроники?

- a) Масс-спектрометрия*
- b) Термодинамический анализ*
- c) Магниторезонансная спектроскопия*

Правильный ответ: a) Масс-спектрометрия

4 Вопрос: Какие методы исследования позволяют изучать механические свойства материалов электроники?

- a) Измерение плотности
- b) Электронная микроскопия
- c) Анализ теплопроводности

Правильный ответ: a) Измерение плотности

5 Вопрос: Какие из перечисленных методов позволяют проводить неразрушающий контроль материалов электроники?

- a) Ультразвуковая дефектоскопия
- b) Электронная микроскопия
- c) Рентгенография

6 Правильный ответ: a) Ультразвуковая дефектоскопия

Вопрос: Какой метод используется для изучения электронной структуры материалов?

- a) Ядерная магнитная резонансная спектроскопия
- b) Метод конечных элементов
- c) Метод Монте-Карло

7 Правильный ответ: a) Ядерная магнитная резонансная спектроскопия

Вопрос: Какие методы могут использоваться для определения теплопроводности материалов?

- a) Измерение удельной теплоемкости
- b) Электронная микроскопия
- c) Измерение коэффициента теплопроводности

8 Правильный ответ: c) Измерение коэффициента теплопроводности

Вопрос: Какой метод исследования используется для анализа состава поверхностных слоев материалов?

- a) Метод атомно-силовой микроскопии
- b) Рентгенография
- c) Газовая хроматография

9 Правильный ответ: a) Метод атомно-силовой микроскопии

Вопрос: Какие методы могут быть использованы для анализа электромагнитных свойств материалов электроники?

- a) Измерение магнитной восприимчивости
- b) Измерение диэлектрической проницаемости
- c) Все выше перечисленные

Правильный ответ: c) Все выше перечисленные

Вопрос: Какой метод позволяет изучать структуру и свойства материалов на нанометровом уровне?

- a) Электронная микроскопия
- b) Магниторезонансная спектроскопия
- c) Рентгенография

10 Правильный ответ: a) Электронная микроскопия

Вопрос: Какой метод используется для исследования магнитных свойств материалов?

- a) Спектроскопия
- b) Электронная микроскопия
- c) Магнитометрия

Правильный ответ: c) Магнитометрия

11 Вопрос: Какие методы позволяют изучать электронную структуру материалов?

- a) Рентгенография
 - b) Спектроскопия
 - c) Электронная микроскопия
- Правильный ответ: b) Спектроскопия

12 Вопрос: Какой метод исследования используется для определения оптических свойств материалов?

- a) Ядерная магнитная резонансная спектроскопия
 - b) Оптическая спектроскопия
 - c) Электронная микроскопия
- Правильный ответ: b) Оптическая спектроскопия

14 Вопрос: Какой метод позволяет изучать термические свойства материалов, такие как теплоемкость и коэффициент теплопроводности?

- a) Измерение плотности
 - b) Тепловая диффузия
 - c) Термодинамический анализ
- Правильный ответ: c) Термодинамический анализ

15 Вопрос: Какой метод анализа материалов использует рассеяние рентгеновских лучей для изучения их структуры?

- a) Электронная микроскопия
 - b) Рентгенография
 - c) Спектроскопия
- Правильный ответ: b) Рентгенография

16 Вопрос: Какой метод измерения используется для определения электропроводности материалов?

- a) Измерение магнитной восприимчивости
 - b) Измерение диэлектрической проницаемости
 - c) Измерение электрической проводимости
- Правильный ответ: c) Измерение электрической проводимости

17 Вопрос: Какой метод исследования применяется для анализа состава материалов с высокой чувствительностью к малым количествам элементов?

- a) Ядерная магнитная резонансная спектроскопия
 - b) Электронная микроскопия
 - c) Масс-спектрометрия
- Правильный ответ: c) Масс-спектрометрия

18 Вопрос: Какие методы позволяют изучать магнитные свойства материалов?

- a) Магниторезонансная спектроскопия
 - b) Электронная микроскопия
 - c) Спектроскопия
- Правильный ответ: a) Магниторезонансная спектроскопия

19 Вопрос: Какой метод используется для изучения поверхностных свойств материалов, таких как топография и состав?

- a) Электронная микроскопия
- b) Спектроскопия

с) Атомно-силовая микроскопия

Правильный ответ: с) Атомно-силовая микроскопия

20 Вопрос: Какой метод исследования материалов применяется для изучения электрических свойств полупроводников и металлов?

а) Электронная микроскопия

б) Масс-спектрометрия

с) Электрическая проводимость

Правильный ответ: с) Электрическая проводимость

Педагогический работник _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ А.А. Гаврилюк
(подпись)

«26» марта 2024 г.