



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и экспериментальной физики



УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

/ Н.М. Буднев

«02» апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины **Б1.О.26.02 Методы исследования материалов электроники**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Направленность (профиль) подготовки **Электроника и нанoeлектроника**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 49 от «26» марта 2025 г.

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

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 5
от «21» февраля 2025 г.
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор
 А.А. Гаврилюк

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	4
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 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 электроники» является дисциплиной профессионального цикла и относится к базовой части образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» магистерской программы «Измерение и модификация свойств наноматериалов и наноструктур». 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:

Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных (ОПК-2):

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-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 нанoeлектроники методами современного материаловедения.</p> <p>1.3 Владеть навыками решения задач исследования, модификации и контроля материалов и структур электроники и нанoeлектроники 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 74 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 34 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	16	4	4		8	Опрос
2	Электрические измерения и методы диагностирования электрических параметров полупроводников и структур электроники	5	17	4	4		9	Опрос
3	Спектроскопические методы анализа материалов	5	19	5	5		9	Опрос
4	Оптические методы исследования материалов	5	19	5	5		9	Опрос
5	Методы рентгеновского анализа материалов.	5	16	4	4		8	Опрос
6	Хроматографические методы анализа.	5	16	4	4		8	Опрос
7	Резонансные методы исследования	5	16	4	4		8	Опрос
8	Основные задачи диагностики состава полупроводников.	5	16	4	4		8	Опрос
	зачет	5	9					Тестирование
	КСР							
	Итого часов		144	34	34		67	

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	7	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	7	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	8	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	8	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	7	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	7	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	7	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	7	Опрос	Вся рекомендуемая литература
1	Подготовка к зачёту	Работа с лекционным материалом и учебной литературой	К концу семестра	9	Тест	Вся рекомендуемая литература
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				67		

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-фарядных 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.	4	Контрольные вопросы	ОПК - 2
2.	Тема 2	Электрические измерения и методы диагностирования электрических параметров полупроводников и структур электроники	4	Контрольные вопросы	ОПК - 2

3.	Тема 3	Спектроскопические методы анализа материалов	5	Контрольные вопросы	ОПК - 2
4.	Тема 4	Оптические методы исследования материалов	5	Контрольные вопросы	ОПК - 2
5.	Тема 5	Методы рентгеновского анализа материалов.	4	Контрольные вопросы	ОПК - 2
6.	Тема 6	Хроматографические методы анализа.	4	Контрольные вопросы	ОПК - 2
7	Тема 7	Резонансные методы исследования	4	Контрольные вопросы	ОПК - 2
8	Тема 8	Основные задачи диагностики состава полупроводников.	4	Контрольные вопросы	ОПК - 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	50
2.	Все темы	Закрепление лекционного материала для работы на практических занятиях	Вопросы для текущего контроля	Вся рекомендуемая литература	17

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.

Разработчик:



к.ф.-м.н., доцент А.А. Шалаев

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

«21» февраля 2025 г.

Протокол № 5

Зав. кафедрой



д.ф.-м.н., профессор А.А. Гаврилюк

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