

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

_____/ Нальгиева М. А.
от « 21 » 05 2024г.

_____/ Кульбужев Б. С.
от « 21 » 05 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.07.02 Методы исследований полупроводниковых материалов

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки – **03.03.02 Физика**
(код, наименование)

Направленность: **Физика**

Квалификация выпускника – **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

г. Магас, 2024

Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний в области экспериментальных методов исследования состава, структуры, электрофизических и оптических свойств полупроводниковых материалов

Учебные задачи курса

Задачей изучения дисциплины является: сформировать представления об особенностях формирования физических свойств в различных материалах; изучить теоретические концепции и модели, описывающие физику явлений, характерных для различных конденсированных состояний вещества; освоить основные понятия и методы теоретического описания актуальных проблем теории конденсированного состояния вещества; развить умения использовать синхротронное излучение для исследования структур полупроводников и диэлектриков.

Студент должен познакомиться с некоторыми методами, применяемыми к описанию наблюдаемых физических явлений и приобрести навыки самостоятельных научных исследований, включая формирование навыков изучения научной физической литературы.

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта
01 Образование и наука		
1.	01.001	Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н(зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный №30550), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 августа 2016г.№422н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 23 августа2016г., регистрационный № 43326)
2.	01.003	Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018г. № 298н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 28 августа 2018г., регистрационный № 52016

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций:

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6

	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6
--	---	--	---	--	--------	---

Перечень задач профессиональной деятельности выпускников:

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
01 Образование	Педагогический	Разработка и реализация образовательных программ СПО и программ ДО	Образовательные программы и образовательный процесс в системе СПО и ДО
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	Научно-исследовательский	Исследование, разработка, внедрение и сопровождение информационных технологий и систем	Информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах цифровой экономики

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Методы исследований полупроводниковых материалов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Для освоения дисциплины «Методы исследований полупроводниковых материалов» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: Общая физика (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика); разделы теоретической физики: теоретическая механика, электродинамика основные положения квантовой механики, термодинамику и статистическую физику, физическую кинетику, структуру и прочность полимерных материалов, композиционные материалы; сведения из математического анализа, т.е. умение дифференцирования, интегрирования, методы решения дифференциальных уравнений обыкновенных и в частных производных, теория вероятности, математическая статистика, аналитическая геометрия, высшая алгебра.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Методы исследований полупроводниковых материалов» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Методы исследований полупроводниковых материалов»	Семестр
Б1.О.06.01	Мат.анализ	1,2,3
Б1.О.06.02	Аналитическая геометрия и линейная алгебра	1,2
Б1.О.06.04	Диф.уравнения	3
Б1.О.06.06	Теория вероятности и математическая статистика	5
Б1.О.09	Общая физика	1,2,3,4,5
Б.1.О.16	Теоретическая механика. Механика сплошных сред	4,5

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Методы исследований полупроводниковых материалов» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Методы исследований полупроводниковых материалов»	Семестр
Б.1.О.17	Квантовая теория	7
Б.1.В.10	Статистическая физика	7

Таблица 2.3.

Связь дисциплины «Методы исследований полупроводниковых материалов» со смежными дисциплинами

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Методы исследований полупроводниковых материалов»	Семестр
Б1.О.09.06	Физика атомного ядра и элементарных частиц	6
Б1.В.07	Физика конденсированного состояния	6

3. Результаты освоения дисциплины (модуля) «Методы исследований полупроводниковых материалов»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих обще профессиональных и профессиональных компетенций:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
ПК-3.	Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	<p>ПК-3.1. Способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научно-технической литературы и информационных материалов по тематике исследования.</p> <p>ПК-3.2. Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в заданной физической системе с учетом ее назначения и элементной (электронной, оптической) базы.</p>	<p>Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие</p> <p>Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов</p> <p>Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и</p>

		ПК-3.3. Способен адекватно применить математический инструментарий при формулировке моделирующих физических процессов уравнений.	суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения
ПК-4	Способен проводить научные исследования в соответствующей области знаний и оформлять результаты исследований и разработок	<p>ПК-4.1. Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-4.2 Участвует в оформлении результатов исследований и разработок, полученных при проведении научных исследований в сфере профессиональной деятельности</p> <p>ПК-4.3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных результатов научных исследований в сфере профессиональной деятельности</p>	<p>Знать:</p> <p>Физические принципы работы электронного микроскопа. Основы вакуумной техники. Методы подготовки объектов для электронно-микроскопического анализа</p> <p>Уметь:</p> <p>Проводить металлографический анализ металлов и сплавов. Проводить измерения микротвердости. Проводить пробоподготовку объектов для электронно-микроскопического анализа. Работать с вакуумными установками ВУП-4 и ВУП-5. Работать с электронным микроскопом ЭМ-125</p> <p>Владеть:</p> <p>Методиками подготовки объектов для металлографического и электронно-микроскопического анализа. Владеть инструментальными методами исследования структуры металлов и сплавов.</p>
ПК-5.	Способен проводить работу по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.	<p>ПК-5.1. Организует сбор и изучение научно-технической информации по теме исследований и разработок.</p> <p>ПК-5.2. Анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений в соответствующей области знаний.</p>	<p>Владеть:</p> <p>технологиями проектирования и организации образовательной среды; технологией решения физических задач и анализа ситуаций;</p> <p>Уметь:</p> <p>осуществлять теоретическое моделирование физических процессов и явлений; выявлять и анализировать качественные и количественные</p>

			<p>характеристики физических объектов; Знать: сущность и значение изучаемой дисциплины; объект, предмет, основные функции, методы, категории; современные теории воспитания и обучения; сущность модернизации российской системы образования.</p>
ПК-6.	Способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований	<p>ПК-6.1. Обладает мотивацией к проектной деятельности, обладает способностями, необходимыми для самообразования и профессионального роста.</p> <p>ПК-6.2. Обладает готовностью к участию в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов, современного программного обеспечения, в том числе текстовых редакторов и графических программы.</p> <p>ПК-6.3. Владеет современным программным обеспечением, в том числе текстовыми редакторами и графическими программами, средствами подготовки обзоров, отзывов, отчетов, заключений.</p> <p>ПК-6.4. Знает принципы организации работы в коллективе проектировщиков.</p>	<p>Владеть: технологиями проектирования и организации образовательной среды; технологией решения физических задач и анализа ситуаций; Уметь: осуществлять теоретическое моделирование физических процессов и явлений; выявлять и анализировать качественные и количественные характеристики физических объектов; Знать: сущность и значение изучаемой дисциплины; объект, предмет, основные функции, методы, категории; современные теории воспитания и обучения; сущность модернизации российской системы образования</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Методы исследований полупроводниковых материалов»

4.1. Структура дисциплины (модуля) «Методы исследований полупроводниковых материалов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

Курс	3
Семестр	5
Всего учебных часов трудоемкости	144ч
Всего аудиторных часов,	68 ч
в том числе:	36 ч

Лекции	
Практических занятий	
Лабораторных занятий	32 ч
Самостоятельная работа студентов	76
Форма контроля	Зачет с оценкой

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)						
			Контактная работа					Самостоятель- ная работа		Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект) др.
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)							
1.	Методы измерения электрофизических параметров полупроводниковых материалов и структур.															
1.1.	Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковых материалов и структур.	5	2	1		1		2		2	+					
1.2.	Методы измерения концентрации и подвижности носителей заряда в полупроводниках с помощью эффекта Холла, вольт-фарадных характеристик, по спектрам поглощения и отражения.	5	2	1		1		2		2		+		+		
1.3	Измерение характеристик параметров неравновесных носителей заряда.	5	2	1		1		2		2	+	+				
2.	Исследование поверхности материалов и структур электроники с помощью электронной микроскопии.															
2.1	Применение электронной микроскопии для изучения структурного совершенства полупроводниковых материалов.	5	2	1		1		3		3		+				
2.2	Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ).	5	2	1		1		3		3	+		+		+	
2.3	Полевая эмиссионная и ионная микроскопия. Отражательная электронная микроскопия.	5	2	1		1		2		2		+	+			

[illegible]

	электронов.																
5.3	Определение кристаллографической ориентации монокристаллов и тонких монокристаллических пленок.																
5.4	Дифракционные методы оценки совершенства кристаллической структуры твердых тел.																
5.5	Дифракционные методы оценки структуры поверхности монокристаллов.	5	2	1		1	3			3		+		+			
6	Оптические методы исследования полупроводников и полупроводниковых структур.																
6.1	Физические принципы эллипсометрии.	5	2	1		1	3			3		+					
6.2	Определение толщины и оптических свойств эпитаксиальных слоев методами эллипсометрии.	5	3	2		1	2			2				+	+		
6.3	Рамановская спектроскопия и ИК-Фурье спектроскопия.	5	2	1		1	2			2			+	+			

4.2. Содержание дисциплины (модуля) «Методы исследований полупроводниковых материалов»

1. Методы измерения электрофизических параметров полупроводниковых материалов и структур.

Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковых материалов и структур. Двухзондовый метод измерения. Четырехзондовый метод измерения. Метод Ван-дер-Пау. Бесконтактные методы измерения.

Методы измерения концентрации и подвижности носителей заряда в полупроводниках с помощью эффекта Холла, вольт-фардных характеристик, по спектрам поглощения и отражения.

Измерение характеристик параметров неравновесных носителей заряда. Методы измерения дрейфовой подвижности, коэффициента диффузии и диффузионной длины неосновных носителей заряда. Измерение времени жизни, диффузионной длины и скорости поверхностной рекомбинации неосновных носителей заряда.

2. Исследование поверхности материалов и структур электроники с помощью электронной микроскопии.

Применение электронной микроскопии для изучения структурного совершенства полупроводниковых материалов. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ). Полевая эмиссионная и ионная микроскопия. Отражательная электронная микроскопия. Микроскопия медленных электронов. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ).

3. Исследование поверхности материалов и структур электроники с помощью сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ).

Принципы работы СЗМ. Формирование и обработка СЗМ изображений. Основные методы СЗМ. Контроль рельефа поверхности (и др. параметров) структур электроники методами сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) и атомно-силовой микроскопии (АСМ).

4. Методы анализа с помощью электронной и ионной спектроскопии.

Контроль состава, содержания примесей и загрязнений в полупроводниковых материалах и структурах с помощью спектроскопических методов. Электронная оже-спектроскопия

(ЭОС). Фотоэлектронная спектроскопия (ФЭС): рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС) и ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия (УФЭС). Зондирования ионами. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Спектроскопия резерфордского обратного рассеяния и спектроскопия рассеяния ионов средних энергий. Вторичная ионная масс-спектроскопия.

5. Дифракционные методы анализа кристаллической структуры твердых тел.

Дифракционные методы анализа кристаллической структуры твердых тел. Дифракция быстрых (ДБЭ) и медленных (ДМЭ) электронов. Определение кристаллографической ориентации монокристаллов и тонких монокристаллических пленок. Дифракционные методы оценки совершенства кристаллической структуры твердых тел. Дифракционные методы оценки структуры поверхности монокристаллов.

6. Оптические методы исследования полупроводников и полупроводниковых структур.

Физические принципы эллипсометрии. Определение толщины и оптических свойств эпитаксиальных слоев методами эллипсометрии. Рамановская спектроскопия и ИК-Фурье спектроскопия.

Лабораторные и практические занятия.

№ п/п	Наименование лабораторных и практических занятий	Кол- во часов
1	Определение типа проводимости полупроводникового материала	5
2	Определение удельного сопротивления полупроводников	5
3	Исследование поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии и обработка полученных изображений	5
4	Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии	5
5	Исследование свойств полупроводниковых структур с помощью ИК-Фурье спектроскопии	6
6	Сканирующая электронная микроскопия, знакомство с установкой и основами метода	6

5. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Методы исследований полупроводниковых материалов» используются различные образовательные технологии:

- при чтении лекций используется мультимедийные технологии и различные наглядные приборы;
- лабораторные занятия проводятся с использованием оборудования лабораторий;
- самостоятельная работа студентов предусматривает работу под руководством преподавателей в виде консультаций, а также предполагает использование фондов научно-технической библиотеки, современных информационных технологий с привлечением компьютера как средства управления информацией.

Широко используются в учебном процессе активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Предпосылки появления теории дислокаций	Работа в библиотеке	Подготовить доклад по теме «Предпосылки появления теории дислокаций»	3; 4	19
2	Правило Франка.	Работа в библиотеке.	Подготовить доклад по теме «Правило Франка»	3; 4	19
3	Рентгеновский фазовый анализ	Работа в библиотеке	Подготовить доклад по теме «Рентгеновский фазовый анализ»	1,2;3	19
4	Теория электронно-микроскопического контраста	Работа в библиотеке, работа в лаборатории	Доклад по теме: «Теория электронно-микроскопического контраста»	2;3;4	19

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление

Состав самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекционным занятиям:

- 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 с конспектом лекции;
- подготовка вопросов для самостоятельного изучения

2. Подготовка к лабораторным занятиям:

- работа со справочниками и др. литературой;
- формирование отчета о выполнении лабораторного занятия;
- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению по результатам лабораторного занятия;

4. Подготовка к промежуточной аттестации:

- повторение всего учебного материала дисциплины
- аналитическая обработка текста;

5. Прочие виды работ:

научно-исследовательская работа (научная статья, доклад, реферат).

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
-------	--------------	-------------------------------	--

1	Коллоквиум	Дефекты кристаллического строения и физические свойства кристаллов.	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
2	Коллоквиум	Линейные дефекты – дислокации.	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
3	Коллоквиум	Упругие свойства дислокаций	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
4	Коллоквиум	Понятия макро- и микроструктуры	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
5	Коллоквиум	Теория дифракции коротковолнового излучения на кристаллах.	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
6	Коллоквиум	Интенсивность дифракционных лучей	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6
7	Коллоквиум	Электроннография	ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине Методы исследований полупроводниковых материалов».

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ПОДГОТОВКИ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ.

1. Методы измерения удельного сопротивления полупроводниковых материалов и структур.
2. Двухзондовый метод измерения.
3. Четырехзондовый метод измерения.
4. Метод Ван-дер-Пау.
5. Бесконтактные методы измерения.
6. Методы измерения концентрации и подвижности носителей заряда в полупроводниках с помощью эффекта Холла, вольт-фарадных характеристик, по спектрам поглощения и отражения.
7. Измерение характеристик параметров неравновесных носителей заряда.
8. Методы измерения дрейфовой подвижности, коэффициента диффузии и диффузионной длины неосновных носителей заряда.
9. Измерение времени жизни, диффузионной длины и скорости поверхностной рекомбинации неосновных носителей заряда.
10. Применение электронной микроскопии для изучения структурного совершенства полупроводниковых материалов.
11. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ).
12. Полевая эмиссионная и ионная микроскопия.
13. Отражательная электронная микроскопия.
14. Микроскопия медленных электронов.
15. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ).
16. Принципы работы СЗМ.
17. Формирование и обработка СЗМ изображений.
18. Основные методы СЗМ. Контроль рельефа поверхности (и др. параметров) структур электроники методами сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) и атомно-силовой микроскопии (АСМ).
19. Контроль состава, содержания примесей и загрязнений в полупроводниковых материалах и структурах с помощью спектроскопических методов.
20. Электронная оже-спектроскопия (ЭОС).
21. Фотоэлектронная спектроскопия (ФЭС): рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС) и ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия (УФЭС).
22. Зондирования ионами. Спектроскопия рассеяния медленных ионов.
23. Спектроскопия резерфордского обратного рассеяния и спектроскопия рассеяния ионов средних энергий.
24. Вторичная ионная масс-спектроскопия.

25. Дифракционные методы анализа кристаллической структуры твердых тел.
26. Дифракция быстрых (ДБЭ) и медленных (ДМЭ) электронов.
27. Определение кристаллографической ориентации монокристаллов и тонких монокристаллических пленок.
28. Дифракционные методы оценки совершенства кристаллической структуры твердых тел.
29. Дифракционные методы оценки структуры поверхности монокристаллов.
30. Физические принципы эллипсометрии.
31. Определение толщины и оптических свойств эпитаксиальных слоев методами эллипсометрии.
32. Рамановская спектроскопия и ИК-Фурье спектроскопия.

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) «Методы исследований полупроводниковых материалов»

7.1. Учебная литература

Основная литература

1. Федорович параметров полупроводниковых материалов и структур. – М.: Радио и связь, 1985. – 264 с.
2. Павлов измерения параметров полупроводниковых материалов: Учеб. для вузов по спец. «Полупроводниковые и микроэлектронные приборы». – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВШ, 1987. – 239 с.
3. Миронов сканирующей зондовой микроскопии: учеб. пособ. для студентов старших курсов высших учебных заведений. – Н. Новгород: ИФМ РАН, 2004. – 110 с.
4. Введение в физику поверхности. – М.: Наука, 2006. – 490 с.
5. Нанотехнологии. – М. Техносфера, 2005. – 336 с.

Дополнительная литература:

1. Современные методы исследования поверхности. – М.: Мир, 1989. – 564 с.
2. В. Стриха исследования полупроводников. – К.: Выщашк. Головное издательство, 1988. – 232 с.
3. Основы анализа поверхности и тонких плёнок: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 344 с.
4. Щука. – М. Физматкнига, 2007. – 464 с.
5. Щука. – 2-е изд., перераб. и доп. – С.-П.: БХВ-Петербург, 2008 г. – 752 с.

7.2. Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-	Сетевая версия, доступна со всех

плюс»	компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Гарант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

7.4. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для лекционных занятий (№ 117) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт. (состоит из 2-х секций); стул для преподавателя - 1 шт.; доска - 1 шт.; трибуна-1 шт, стол - 28шт.; скамья-56 шт
Лаборатория «Методы исследования твердых тел» (№201) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт; стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; стол - 10 шт.; скамья-20 шт. ДТА – анализ, ЛКТ -8. Определение теплоемкостей и объемной проводимости полимеров. Установка для определения электрической прочности диэлектриков. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса альфа диэлектрических потерь. Определение показателя преломления и его инкременты растворов полимеров. Маятник – копер для исследования прочности полимеров. ДИП-определение релаксационных потерь в полимерах.

Рабочая программа дисциплины «Методы исследований полупроводниковых материалов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 г. № 891.

Программу составил: доцент кафедры «Физика» Нальгиева М.А.

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»

Протокол № 10 от « 20 » мая 2024 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета

Протокол № 9 от « 22 » мая 2024 года

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой