

**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 (МОДУЛЯ)

Б1.В.02 ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

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

Направление подготовки (бакалавриат)

03.03.02 Физика
(код, наименование)

Направленность

Физика
(наименование профиля, магистерской программы, специализации)

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения очная
(очная, заочная, очно-заочная)

Магас, 2024г.

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Б1.В.02 «Введение в физику полупроводников» являются дать студентам базовые знания по основным разделам физики полупроводников: об атомной структуре, электронных свойствах и основных физических явлениях в полупроводниках и полупроводниковых структурах.

Курс позволяет обеспечить формирование базовых знаний по физике полупроводников, полупроводниковым технологиям и принципам действия полупроводниковых приборов.

Учебный курс «Введение в физику полупроводников» читается классическим способом: проводятся лекции и практические занятия. При подаче материала лекционного курса используется мультимедийная техника. На экран выводятся формулировки теорем, определения, основные понятия, а также графические иллюстрации, помогающие наглядно подать материал. Обсуждаются идеи и способы решения поставленных задач, оптимальность предложенных решений.

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Введение в физику полупроводников» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Для освоения дисциплины «Введение в физику полупроводников» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения цикла «Общая физика», предметов «Физика твердого тела», «Физика конденсированного состояния» на предыдущем уровне образования, а также студентами в ходе изучения дисциплин: «Математический анализ», «Практический курс элементарной физики», «Информатика».

3. Результаты освоения дисциплины (модуля) «Введение в физику полупроводников»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;	Знать основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни
		УК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста;	Уметь эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения
		УК-6.3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста;	Владеть методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
ПК-4	Способность проводить научные исследования в экспериментальной области исследования в сфере экспериментальных и профессиональной (или) теоретических физических исследований	ПК-4.1. Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности. ПК-4.2. Умеет выбирать наиболее эффективные методы	Знать атомную структуру и элементы симметрии основных полупроводников, методы определения основных параметров полупроводников; основы зонной теории

	помощью современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	для проведения научных исследований. ПК-4.3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных результатов научных исследований в сфере профессиональной деятельности	кристаллических твердых тел; Уметь определять основные типы кристаллических решёток, находить элементы симметрии кристалла; определять экспериментально тип носителей заряда.
ПК-5	Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.	ПК-5.1. Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. ПК-5.2. Анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений в соответствующей области знаний.	Владеть основными понятиями физики твердого тела и физики полупроводников; информацией об основных свойствах важнейших полупроводников

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Введение в физику полупроводников»

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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)						
			Контактная работа					Самостоятельная работа			Форма промежуточной аттестации (по семестрам)						
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа (проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрол.н. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ
1.	Атомная структура полупроводников	8	22	4		7		10			10	+					
2.	Колебания решетки.	8	46	6		8		10			10		+				
3	Основы зонной теории полупроводников	8	22	6		8		10			10		+				
4	Энергетические зоны в электрическом поле	8	22	4		7		10			10			+			

5	Равновесная статистика электронов и дырок в полупроводниках	8	22	6		8		10		10	+					
6	Поверхностные и контактные явления в полупроводниках	8	34	6		8		10		10		+				
7	Кинетические явления в полупроводниках	8	10	4		8		3		3		+				
	Подготовка к экзамену	8						27								
	Общая трудоемкость, в часах		5/ 180	1/ 36		1,5/ 54		1,75 63	0,8/ 27	1,75 63	Промежуточная аттестация					
											Форма					
											Зачет					
											Зачет с оценкой					
											Экзамен					+

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

Программа и основное содержание лекций (36 часа)

Раздел 1. Атомная структура полупроводников

Симметрия кристаллов. Трансляционная симметрия кристаллов. Пространственная решетка, базис, кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Дифракционные методы определения атомной структуры. Условие Брэгга. Обратная решетка, ее свойства. Зона Бриллюэна. Структура важнейших полупроводников: Ge, Si, GaAs. Дефекты структуры в кристаллах.

Раздел 2. Колебания решетки

Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы. Теплоемкость кристаллической решетки. Экспериментальные методы изучения колебаний решетки: поглощение и комбинационное рассеяние света, рассеяние нейтронов.

Раздел 3. Основы зонной теории полупроводников

Переход от дискретных атомных уровней к энергетическим зонам в кристаллах. Основные приближения зонной теории. Волновая функция электрона в периодическом поле кристалла; теорема Блоха. Зона Бриллюэна. Образование разрешенных и запрещенных зон в приближениях сильно и слабо связанных электронов. Закон дисперсии, эффективная масса, изоэнергетические поверхности. Плотность состояний. Уравнения движения электронов и дырок во внешних полях. Метод эффективной массы. Энергетические зоны в электрическом поле. Движение электронов и дырок в магнитном поле. Определение эффективных масс из циклотронного резонанса. Уровни энергии, создаваемые примесными центрами в полупроводниках. Водородоподобные доноры и акцепторы. Глубокие примесные уровни.

Раздел 4. Энергетические зоны в электрическом поле.

Энергетические зоны в электрическом поле. Движение электронов и дырок в магнитном поле. Определение эффективных масс из циклотронного (диамагнитного) резонанса. Уровни энергии, создаваемые примесными центрами в полупроводниках. Доноры и акцепторы. Водородоподобные примесные центры. Глубокие примесные уровни.

Раздел 5. Равновесная статистика электронов и дырок в полупроводниках

Функция распределения электронов. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории. Концентрация электронов и дырок в зонах, эффективная плотность состояний. Невырожденный и вырожденный электронный (дырочный) газ. Концентрации электронов и дырок на локальных уровнях. Определение положения уровня Ферми из уравнения электронейтральности. Положение уровня Ферми и равновесная концентрация электронов и дырок в собственных и примесных (некомпенсированных и компенсированных) полупроводниках.

Раздел 6. Поверхностные и контактные явления в полупроводниках

Работа выхода и электронное сродство. Поверхностные электронные состояния. Изгиб зон, распределение заряда и потенциала вблизи поверхности. обедненные и обогащенные слои пространственного заряда. Контакт металл-полупроводник. Вольтамперная характеристика барьера Шоттки. Энергетическая диаграмма p-n перехода. Диффузионный и дрейфовый токи в p-n переходе. Вольтамперная характеристика p-n перехода. Инжекция неосновных носителей заряда в pn переходе. Туннельный диод. Биполярный транзистор. Гетеропереходы. Энергетические диаграммы гетеропереходов. Варизонные полупроводники. Структура металл-диэлектрик-полупроводник (МДП). Инверсионные слои в МДП-структурах. Полевой транзистор.

Раздел 7. Кинетические явления в полупроводниках

Характер движения носителей заряда в полупроводниках. Диффузия и дрейф. Тепловая и дрейфовая скорости. Коэффициент диффузии и подвижность, их связь со средним временем между 7 столкновениями. Соотношение Эйнштейна. Основные кинетические явления: проводимость, эффект Холла и термо-ЭДС.

Программа практических и лабораторных занятий (54 часа)

Практические занятия

1. Глубокие примесные уровни в полупроводниках.
2. Частично компенсированные полупроводники.
3. Дефекты в полупроводниках.
4. Изменение концентрации электронов и σ при освещении.
5. Рекомбинация носителей заряда
6. Уровни прилипания, дефекты в полупроводниках и их влияние на процессы рекомбинации
7. Диффузия электронов и дырки в невырожденных полупроводниках
8. Определение неравновесной концентрации носителей заряда при неоднородной генерации.
9. Диффузия электронов и дырок в невырожденных полупроводниках.
10. Диффузия электронов и дырок в полупроводниках во внешнем электрическом поле
11. Объемный заряд в приповерхностном слое полупроводника
12. Работа выхода носителей заряда из полупроводника

Лабораторные работы

1. Определене типа электропроводности полупроводников.
2. Определение ширины запрещенной зоны собственного полупроводника.
3. Расчет температурной зависимости ширины запрещенной зоны собственного полупроводника.
4. Расчет температурной зависимости электронов и дырок в собственном полупроводнике.
5. Расчет температурной зависимости уровня Ферми собственного полупроводника.
6. Расчет температурной зависимости уровня Ферми донорного полупроводника.
7. Расчет температурной зависимости уровня Ферми акцепторного полупроводника.

5. Образовательные технологии

Семестр	Вид занятия (л, пр, лр)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество Часов
8	Л	Презентации	8
	ПР	Презентации, обучающее тестирование	4
	ЛР		
ИТОГО:			12

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

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	21
Подготовка и сдача задач для самостоятельного решения	21
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	21

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, а также в написании контрольных, курсовых и выпускных квалификационных (дипломных работ) работ.

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, контрольная работа	Атомная структура полупроводников	УПК-6; ПК-4, ПК-5
2	Коллоквиум, контрольная работа	Колебания решетки.	УПК-6; ПК-4, ПК-5

3	Коллоквиум, тесты	Основы зонной теории полупроводников	УПК-6; ПК-4, ПК-5
4	Коллоквиум, тесты	Энергетические зоны в электрическом поле	УПК-6; ПК-4, ПК-5
5	Коллоквиум, тесты	Равновесная статистика электронов и дырок в полупроводниках	УПК-6; ПК-4, ПК-5
6	Коллоквиум, тесты	Поверхностные и контактные явления в полупроводниках	УПК-6; ПК-4, ПК-5
7	Коллоквиум, контрольная работа	Кинетические явления в полупроводниках	УПК-6; ПК-4, ПК-5

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Введение в физику полупроводников».

Вопросы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

1. Симметрия кристаллов. Трансляционная симметрия кристаллов. Пространственная решетка, базис, кристаллическая структура.
2. Элементарная ячейка. Прimitивная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле.
3. Дифракционные методы определения атомной структуры. Условие Брэгга. Обратная решетка, ее свойства.
4. Зона Бриллюэна. Структура важнейших полупроводников: Ge, Si, GaAs. Дефекты структуры в кристаллах.
5. Колебания кристаллической решетки. Уравнения движения атомов. Простая и сложная одномерные цепочки атомов. Закон дисперсии упругих волн.
6. Акустические и оптические колебания. Квантование колебаний. Фононы. Теплоёмкость кристаллической решетки.
7. Экспериментальные методы изучения колебаний решетки: поглощение и комбинационное рассеяние света, рассеяние нейтронов.
8. Переход от дискретных атомных уровней к энергетическим зонам в кристаллах. Основные приближения зонной теории.
9. Волновая функция электрона в периодическом поле кристалла; теорема Блоха. Зона Бриллюэна. Образование разрешенных и запрещенных зон в приближениях сильно и слабо связанных электронов.
10. Закон дисперсии, эффективная масса, изoэнергетические поверхности. Плотность состояний. Уравнения движения электронов и дырок во внешних полях.
11. Метод эффективной массы. Энергетические зоны в электрическом поле. Движение электронов и дырок в магнитном поле.
12. Определение эффективных масс из циклотронного резонанса. Уровни энергии, создаваемые примесными центрами в полупроводниках. Водородоподобные доноры и акцепторы. Глубокие примесные уровни.

13. Энергетические зоны в электрическом поле. Движение электронов и дырок в магнитном поле.
14. Функция распределения электронов. Металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной теории.
15. Концентрация электронов и дырок в зонах, эффективная плотность состояний. Невырожденный и вырожденный электронный (дырочный) газ.
16. Концентрации электронов и дырок на локальных уровнях. Определение положения уровня Ферми из уравнения электронейтральности. Положение уровня Ферми и равновесная концентрация электронов и дырок в собственных и примесных (некомпенсированных и компенсированных) полупроводниках.
17. Работа выхода и электронное сродство. Поверхностные электронные состояния.
18. Изгиб зон, распределение заряда и потенциала вблизи поверхности.
19. Обогащенные и обедненные слои пространственного заряда. Контакт металл-полупроводник.
20. Вольтамперная характеристика барьера Шоттки. Энергетическая диаграмма p-n перехода.
21. Диффузионный и дрейфовый токи в p-n переходе. Вольтамперная характеристика p-n перехода. Инжекция неосновных носителей заряда в pn переходе.
22. Туннельный диод. Биполярный транзистор.
23. Гетеропереходы. Энергетические диаграммы гетеропереходов.
24. Варизонные полупроводники.
25. Структура металл-диэлектрик-полупроводник (МДП). Инверсионные слои в МДП-структурах.
26. Полевой транзистор.
27. Характер движения носителей заряда в полупроводниках.
28. Диффузия и дрейф. Тепловая и дрейфовая скорости. Коэффициент диффузии и подвижность, их связь со средним временем между столкновениями.
29. Соотношение Эйнштейна. Основные кинетические явления: проводимость, эффект Холла и термо-ЭДС.

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) «Введение в физику полупроводников»

7.1. Учебная литература:

Основная

1. К.В. Шалимова. Физика полупроводников М. «Лань», 2010 г
2. А.И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников. М. «Лань», 2008 г.
3. Г.Г. Зегря, В.И. Перель Основы физики полупроводников. Физматгиз. 2009 г.
4. О.Б. Гусев, А.Н. Поддубный, А.А. Прокофьев, И.Н. Ясиевич. Излучение кремниевых нанокристаллов. Международная конференция «Кремний – «012. Санкт – Петербург. ФТП. 2013, том 47, выпуск 2.
5. В.В.Румянцев, С.В. морозов, К.Е. Кудрявцев, В.И. Гавриленко, Д.В. Козлов. Особенности примесной фотопроводимости в кремнии легированном бором. XVI симпозиум» Нанофизика и наноэлектроника»Ниžний Новгород. ФТП. 2012 г.

Дополнительная

1. В.И. Фистуль Введение в физику полупроводников М. Изд. Высшая школа. 1978г.
2. А.И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников. М. Физматиздат 1967г.
3. Г.Дж. Гольдсмит. Задачи по физике твердого тела М. 1976.
4. В.М. Фридкин. Сегнетоэлектрики - полупроводники М. «Наука» 1976г.

5. В.Л. Бонч - Бруевич, С.Г.Калашников. Физика полупроводников М. «Наука» 1977г.
6. Л.С. Стилбанс. Физика полупроводников. М. Изд. «Сов. радио» 1967г.
7. П.С. Киреев. Физика полупроводников. Изд. Высшая школа 1969г.
8. К.Зеегер. Физика полупроводников М. «Мир» 1977г.
9. И.М. Цидильковский. Электроны и дырки в полупроводниках. М. 1972
10. Ж.Панков. Оптические процессы в полупроводниках. М. 1972
11. А.В.Рисанов. Электромагнитные процессы на поверхности полупроводника М. 1971г.
12. Усанов Д.А. Явления переноса в структурах с туннельно- тонкими полупроводниковыми слоями. Издательство Саратовского Государственного Университета.1996 г.
13. А. А. Харламов. Специальный физический практикум, 2.МГУ. 1977г.
14. Г.Вайнс. Физика гальваномических полупроводниковых приборов и их применение М. 1974г.
15. Т.Д. Надтока, З.А, Исмаилов. Сборник задач на явления переноса в полупроводниках. Грозный 1979г.
16. В.Л. Бонч-Бруевич, И.П.Звягин, И.В. Карпенко, А.Г.Миронов Сборник задач по физике полупроводников М. 1987
17. Полупроводники – сегнетоэлектрики. Под. редакцией Грекова А.А. РГУ.1986 г., 1976г.
18. Полупроводники – сегнетоэлектрики. Под. редакцией Грекова А.А. РГУ. 1976г.
19. Кордова Ю.П. Основы физики полупроводников. Пол. Редакцией Захарчени Б.П. М.»Физматлит».2002г.

Периодические издания

1. Известия РАН .Серия физическая.
2. Физика и техника полупроводников
3. Физика твердого тела
4. Оптика и спектроскопия
5. Известия Вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки

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 «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех 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

ПЕРЕЧЕНЬ НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИЙ

1. Схема зависимости функции распределения Ферми-Дирака и Больцмана от энергии носителей.
2. Схема процессов генерации и рекомбинации фотоносителей.
3. Схема прямых и не прямых переходов.
4. Схема зависимости энергии Ферми от температуры.
5. Схема фотовольтаического эффекта.
6. Схема магнитодиодного эффекта.
7. Схема конструкции полупроводникового лазера.

Физика полупроводников	Учебная аудитория для лекционных занятий (№ 306) 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 – 28 шт.; скамья-56 шт
------------------------	--	---

Рабочая программа дисциплины «Введение в физику полупроводников» 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 составила: к.ф-м.н., доцент кафедры «Физика» М. А. Нальгиева

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



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ингушский государственный университет»
Методические рекомендации по разработке ОПОП

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

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