

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

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы

_____/ Матиев А. Х.
от « 12 » 03 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-математического факультета

_____/Кульбужев Б. С.
от « 14 » 03 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.08 МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

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

Направление подготовки (магистратура)
03.04.02. Физика

Направленность (профиль подготовки)
Физика полупроводников

Квалификация выпускника
магистр

Форма обучения - очная

Магас, 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Материалы электронной техники» является формирование знаний по классификации, назначению и применению материалов электронной техники, физической сущности процессов, определяющих свойства материалов, технологии получения и методов контроля их свойств.

Задачи изучения дисциплины – приобретение навыков создания адекватных физических и математических моделей; проведения вычислений и анализа результатов расчетов при изучении работы элементов электронной техники.

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина «Материалы электронной техники» входит в пакет дисциплин блока Б1.В.09, формирующих фундаментальное образование магистров по направлению 03.04.02 Физика. Профиль «Физика полупроводников». В табл. 2.1 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «Материалы электронной техники».

Дисциплина «Материалы электронной техники» является основной для изучения дисциплин: «Физики полупроводников», «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов», «Физика полупроводниковых приборов» «Наносистемы, Методы получения и свойства», которые читаются параллельно или позже.

В табл. 2.1, 2.2 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «».

Связь дисциплины «Физика» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения	
Таблица 2.1	
Дисциплины, предшествующие дисциплине «Материалы электронной техники»	
1	Вузовский курс физики
2	Вузовский математики

Связь дисциплины «Материалы электронной техники» со смежными дисциплинами	
Таблица 2.2	
Дисциплина	Разделы, знание которых необходимо при изучении дисциплины
Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов	Особенности глубокой очистки веществ, механизм роста кристаллов, основные методы выращивания монокристаллов, а также основы технологии получения полупроводниковых материалов и их свойства.
Физика полупроводников	Теоретические основы физики полупроводников, квантовые объяснения всех процессов происходящих в них при внешних воздействиях. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики; основные электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, механизмы протекания тока.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

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

Таблица 3.1.			
Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся:
УК-6	Самоорганизация и саморазвитие. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	ИДК _{УК-6.1} Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), целесообразно их использует.	Знает: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности; Умеет: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности; Владеет: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности; технологиями организации процесса самообразования; способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.
		ИДК _{УК-6.2} Определяет образовательные потребности и способы совершенствования собственной (в том числе профессиональной) деятельности на основе самооценки;	
		ИДК _{УК-6.3} Выбирает и реализует с использованием инструментов непрерывного образования возможности развития профессиональных компетенций и социальных навыков;	
		ИДК _{УК-6.4} Выстраивает гибкую профессиональную траекторию с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности, динамично изменяющихся требований рынка труда и стратегии личного развития.	

продолжение Таблица 3.1.			
Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся:
ПК-1	Способность самостоятельно	ИДК _{ПК1.1} самостоятельно ставить	Знает: физическую сущность процессов, протекающих в проводниковых, полу-

	<p>ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>конкретные задачи научных исследований в области теоретической и экспериментальной физики; подбирать математический аппарат и самостоятельно решать различные задачи научных исследований, используя стандартные алгоритмы решения; объяснять (выявлять и строить) типичные модели решения поставленной задачи исследования; оценивать изменения в выбранной области исследования в связи с новыми данными, полученными из различных источников</p>	<p>проводниковых, диэлектрических и магнитных материалах при их применении в различных приборах и устройствах твердотельной электроники</p> <p>Умеет: адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности в данной области знаний; использовать результаты освоения материала, выбирать методы и средства их решения; использовать физическую сущность процессов, происходящих в материалах электронной техники в различных областях техники</p> <p>Владеет: навыками к самоорганизации и самообразованию; методами и способами самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности; навыками выбора и применения материалов электронной техники с учетом их особенностей и свойств для конкретных электронных устройств заданного назначения</p>
ПК-4	<p>Способность использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, науч. отчетов, обзоров, докладов и статей</p>	<p>ИДК_{ПК-4.1}</p> <p>Обладает знаниями о стандартах оформления научно-технической документации, об обозначениях и профессиональных терминах, используемых в инструкциях, чертежах и другой документации.</p> <p>ИДК_{ПК-4.2} Владеет методами разработки рабочей проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p> <p>Владеет современными программными средствами подготовки научно-технической документации, научных отчетов,</p>	<p>Знает:</p> <p>методы и приемы измерения параметров оптического излучения;</p> <p>Умеет:</p> <p>работать с современной научной аппаратурой, проводить измерения основных физических параметров оптического излучения;</p> <p>Владеет:</p> <p>навыками формализации прикладной задачи физики; навыками расчета оптических систем; фундаментальными понятиями, законами и теориями современной теории излучения.</p>

		обзоров, докладов и статей.	
--	--	-----------------------------	--

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 4.1	
Виды учебной работы	Всего час/зач. ед.
Контактная работа (всего)	48/1,4
Лекции (Л)	32/0,9
Практические занятия (ПЗ)	16/0,5
Курсовая работа	
Самостоятельная работа (всего)	96/2,6
Подготовка к практическим занятиям	96/2,6
Контроль самостоятельной работы	2
Вид отчетности	зачет
Общая трудоёмкость	144/4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1					
РАЗДЕЛЫ (МОДУЛИ) ДИСЦИПЛИНЫ В СЕМЕСТРЕ		Лекции, (часы)	Практические занятия (ПЗ), час	СРС (часы)	Всего, час
1	Общие сведения о материалах электронной техники	6	4	4	
2	Металлы и сплавы	6	2		
3	Полупроводниковые материалы	10	6		
4	Диэлектрические материалы	6	2		
5	Магнитные материалы	4	2		
	Итого:	32	16		

5.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Раздел 1 Общие сведения о материалах электронной техники

Введение. Общая классификация материалов по составу, свойствам и техническому назначению. Структура атомов. Виды химической связи. Особенности строения твердых тел. Кристаллы. Дефекты в строении кристаллических тел. Динамика кристаллической решетки. Энергетические зоны в кристаллах.

Раздел 2 Металлы и сплавы

Общие сведения о проводниках, характеристика проводящих и резистивных материалов во взаимосвязи с их применением в электронной технике. Физическая природа электропроводности металлов и сплавов. Влияние температуры, примесей и других структурных дефектов на удельное сопротивление металлов. Сверхпроводящие металлы и сплавы.

Раздел 3 Полупроводниковые материалы

Характеристика и основные физико-химические, электрические и оптические свойства элементарных полупроводников, полупроводниковых соединений и твердых растворов на их основе. Концентрация носителей в собственных и примесных полупроводниках. Процессы переноса носителей заряда в полупроводниках, физическая природа электропроводности полупроводников. Неравновесные носители заряда. Электропроводность в сильных электрических полях. Контактные явления в полупроводниках. Контакт металл-полупроводник. Электронно-дырочный и гетеропереходы. Электрический пробой. Эффект Холла. Германий, кремний, арсенид галлия, карбид кремния. Примеры реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники.

Раздел 4 Диэлектрические материалы

Основные физические процессы в диэлектриках и способы их описания. Электропроводность диэлектриков. Фазовые переходы. Классификация диэлектриков по типам структур. Электрическая прочность и пробой. Электрическая поляризация и диэлектрические потери. Основные уравнения пьезоэффекта и электрострикции. Пьезопреобразователи энергии электрических сигналов. Полярные диэлектрики. Электреты. Пироэлектрики и их техническое применение. Нелинейные диэлектрики и их применение. Электрооптические и акустооптические эффекты, их применение. Диэлектрические среды для генерации когерентного излучения и преобразования частоты.

Раздел 5 Магнитные материалы

Применение магнитных материалов в электротехнике. Намагниченность и магнитная проницаемость ферромагнетиков. Ферромагнетики в переменных магнитных полях. Магнитные свойства ферритов. Магнитные пленки. Методы исследования материалов и элементов электронной техники.

5.2. Лекционные занятия

Таблица 5.1		
№ п/п	Номер лекции	Наименование раздела и темы дисциплины
1	2	3
1	1-4	Общие сведения о материалах электронной техники. Строение атомов. Структура твердых тел. Энергетические зоны в кристаллах
2	5-8	Металлы и сплавы. Электропроводность металлов и сплавов.
3	5-10	Полупроводниковые материалы. Концентрация подвижных носителей заряда. Процессы переноса носителей заряда в полупроводниках. Электропроводность в сильных электрических полях. Электронно-дырочный переход.
4	11-14	Поляризация диэлектриков. Пьезоэлектрики. Полярные диэлектрические материалы. Сегнетоэлектрики. Электреты.

5	15-16	Магнитные материалы. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы
Итого: 32		

5.3. Практические занятия

№	Часы	Наименование тем
1	2	Строение атома.
2	2	Строение твердых тел.
3	2	Электропроводность металлов и сплавов.
4	2	Собственные и примесные полупроводники.
5	2	Электропроводность полупроводников.
6	2	Диэлектрики.
7	2	Сегнетоэлектрики.
8	2	Магнетики.
Итого: 16		

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. А.Х. Матиев. Курс лекций. Материалы электронной техники Учебное пособие. Магас. -2024.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Некоторые темы выносятся на самостоятельное изучение. Изучение этих вопросов возможно с использованием электронный курс дисциплины, написанного самим автором (А.Х Матиев).

Перечень тем, выносимый для самостоятельной работы представлен в таблице 7.1.

7.1. План самостоятельной работы студентов

Таблица 7.1					
№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Общие сведения о материалах электронной техники. Строение атомов. Структура твердых тел. Энергетические зоны в кристаллах	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс МЭТ (А.Х Матиев).	4
2	Металлы и сплавы. Электропроводность металлов и сплавов.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс МЭТ (А.Х Матиев).	4
3	Полупроводниковые материалы. Концентрация подвижных носителей заряда. Процессы переноса носителей заряда в полупро-	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс МЭТ (А.Х Матиев).	4

	водниках. Электропроводность в сильных электрических полях. Электронно-дырочный переход.				
3	Поляризация диэлектриков. Пьезоэлектрики. Полярные диэлектрические материалы. Сегнетоэлектрики. Электреты.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс МЭТ (А.Х Матиев).	4

7.2. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

8.1. Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Классификация материалов по электрическим свойствам. Виды проводников, полупроводников, диэлектриков.
2. Классификация диэлектриков. Виды активных и пассивных диэлектриков. Краткое описание активных диэлектриков.
3. Классификация материалов по магнитным, структурным свойствам, агрегатному состоянию и типам химических связей.
4. Строение атома. Энергия атома. Принцип Паули. Квантовые числа.
5. Типы химических связей. Энергия связи.
6. Кристаллическая структура твердых тел.
7. Образование энергетических зон в кристаллах. Разрешенные и запрещенные зоны. Классификация кристаллов с точки зрения зонной теории.
8. Физические свойства металлов и сплавов. Влияние свободных электронов на физические свойства (теплоемкость, электропроводность, блеск). Типы сплавов.
9. Зонная теория металлов. Распределение электронов по энергиям. Энергия Ферми. Скорость дрейфа, подвижность электронов.
10. Электропроводность металлов. Зависимость тока от электрического поля. Механизмы рассеяния электронов.

11. Зонная структура собственных полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации. Уровень Ферми.
12. Зонная структура примесных полупроводников. Донорные и акцепторные уровни. Генерация носителей в примесных полупроводниках.
13. Концентрация носителей заряда в собственных полупроводниках. Эффективные плотности состояний. Положение уровня Ферми. Температурная зависимость.
14. Концентрация носителей заряда в примесных полупроводниках. Закон действующих масс. Зависимость концентрации от уровня Ферми. Температурная зависимость.
15. Процессы переноса носителей заряда. Диффузионный и дрейфовый токи. Соотношение Эйнштейна. Удельное электрическое сопротивление.
16. Неравновесные носители заряда. Инжекция и экстракция. Время релаксации. Распределение концентрации во времени и пространстве.
17. Электропроводность в сильных электрических полях. Зависимость подвижности и скорости дрейфа от напряженности электрического поля. Виды ионизации. Эффект Зенера.
18. Электронно-дырочный переход. Образование потенциального барьера.
19. Влияние внешнего напряжения на р-n-переход. ВАХ р-n-перехода.
20. Физические свойства диэлектриков.
21. Электропроводность диэлектриков. Виды электропроводности. Механизмы переноса носителей заряда.
22. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации. Диэлектрическая восприимчивость.
23. Сегнетоэлектрики. Образование доменной структуры. Зависимость электрической индукции от напряженности электрического поля. Механизм возникновения спонтанной поляризации.
24. Пьезоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффекты. Механизм возникновения поляризации. Принцип работы кварцевого резонатора.
25. Пироэлектрики. Прямой и обратный пироэлектрический эффекты. Вторичный пироэффект. Применение пироэлектриков.
26. Электреты. Способы получения электретов. Применение электретов.
27. Жидкие кристаллы. Виды жидких кристаллов. Применение жидких кристаллов.
28. Магнитные материалы. Виды магнитных материалов. Образование спонтанной намагниченности. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Их применение.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

а) Основная литература

1. Сорокин В.С., Антипов Б.Л., Лазарева Н.П. Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т. 1. – М.: Академия, 2006.
2. Сорокин В.С., Антипов Б.Л., Лазарева Н.П. Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т. 2. – М.: Академия, 2006.
3. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники: Учебник. – СПб.: Лань, 2002.
4. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники. Задачи и вопросы. – СПб.: Лань, 2001.
5. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2006.

б) дополнительная литература:

1. Росадо. Л. Физическая электроника и микроэлектроника. – М.: Высшая школа, 1991.

2. Рез И.С., Поплавко Ю.М. Диэлектрики. Основные свойства и применение в электронике. – М.: Радио и связь, 1989.
3. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учебное пособие – 2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2005.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

4. <http://e.lanbook.ru> – электронная библиотечная система «Лань» и др.
5. А.Х. Матиев Материалы электронной техники. Курс лекций. Учебное пособие. Магас. -2024. 133 с.

Рабочая программа дисциплины «Материалы электронной техники» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (магистратура) 03.04.02. Физика. Направленность (*профиль подготовки Физика полупроводников*), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» 08 2021 г. № 914.

Программу составил: профессор кафедры «Физика» Матиев А.Х.

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
Протокол № 8 от « 11 » марта 2025 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета
Протокол № 7 от « 13 » марта 2025 года