

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.ДВ.02.01 Физика полупроводниковых приборов
(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки – **03.04.02 Физика**
(код, наименование)

Направленность: **Физика полупроводников**

Квалификация выпускника –
Форма обучения **Очная**

г. Магас, 2025

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.

1.1. Цель преподавания дисциплины

Специальный курс «Физика полупроводниковых приборов» читается студентами по специальности «Полупроводники и диэлектрики» с целью ознакомления студентов с основными положениями теории физики полупроводниковых приборов, с задачами полупроводниковой электроники и с полупроводниковыми приборами, основанными как на свойствах электронно-дырочных переходов, так и на управляемых внешними энергетическими воздействиями объемных и поверхностных свойств полупроводников, с выводами, вытекающими из фундаментальных экспериментальных исследований в этой области.

1.2. Задачи изучения курса «Физика полупроводниковых приборов».

Основной задачей изучения физики полупроводниковых приборов, является научить студентов свободно ориентироваться в вопросах касающихся теории, эксперимента полупроводников и полупроводниковых приборов и практического применения полупроводниковых приборов. Подготовить студента к творческой работе в области избранной специальности.

1.3. Требования, предъявляемые к изучающим программу курса

«Физика полупроводниковых приборов»

Для успешного изучения спецкурса «Полупроводниковые приборы» необходимо усвоение студентами основных положений раздела «Электричество» курса общей физики, курса «Радиофизики», спецкурсов «Физики твердого тела» и «Кристаллофизика».

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины и на основе представительно изученных дисциплин студент должен **иметь представление:**

- об основных физических процессах, перспективных с точки зрения создания новых эффективных направлений микроэлектроники;
- о принципиальных физических ограничениях, стоящих на пути повышения эффективности РЭС и ЭВС.

Знать:

- основные физические явления, определяющие концентрацию и энергетический спектр носителей заряда в твердом теле;
- физические механизмы переноса и рассеяния носителей заряда в полупроводниках;
- физические процессы в полупроводниковых приборах, являющихся элементами микросхем.

Уметь:

- проводить оценки основных параметров, характеризующих физические процессы в полупроводниках и полупроводниковых устройствах;
- рассчитывать статические и динамические характеристики полупроводниковых устройств на основе данных, определяющих физические параметры материалов и конструкцию устройства;
- пользоваться монографической, а также периодической научно-технической литературой по физике полупроводников и полупроводниковым приборам;
- оценивать области применимости полупроводниковых приборов;
- использовать современные информационные и компьютерные технологии для оценки количественных и качественных показателей состояния поверхности твердого тела и прогноза характеристик твердого тела;
- приобретать навыки работы в творческом коллективе;
- отстаивать публично свою точку зрения;

- готовить материалы к докладам и публикациям.

Выпускник должен обладать следующими универсальными компетенциями (УК):

Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления;
		УК-2.2. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения;
		УК-2.3. Разрабатывает план реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы;
		УК-2.4. Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта;
		УК-2.5. Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта;

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК);

Задача профессиональной деятельности	Объект профессиональной деятельности или область знания	Код, наименование профессиональной компетенции	Код, наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание для включения ПК в образовательную программу
Тип задач профессиональной деятельности: Организационно-управленческий				
Организация научно-исследовательских и научно-инновационных работ. Участие в организации семинаров, конференций.	Научно-исследовательские и научно-инновационные работы, документация по грантам, проектов, отчетов и патентов.	ПК-2 Способность планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции и вести преподавание по дополнительным общеобразовательным программам	ПК-2.1 Знает способы организации научных семинаров и конференций, умеет планировать и организовывать научные семинары и конференции	

II. ОБЪЕМ ЧАСОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

Виды занятий	Всего часов
Общая трудоемкость	216/6
Аудиторные занятия	90
3 семестр	
Лекции (Л)	50
Лабораторные занятия (ЛЗ)	40
Практические занятия (ПР)	
Индивидуальные работы (ИР)	
Самостоятельная работа (СР)	99
Итоговая форма контроля (по ЛР и ПР)	экзамен

III. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ РАБОТ.

№п. п	Наименование тем	Всего часов	Л	ЛЗ	ПР	ИР	СР
1	Введение	5	1	2			2
2	Полупроводниковые диоды.	7	2	2			3
3	Транзисторы.	7	2	2			3
4	Тиристоры.	6	1	2			3
5	Полевые транзисторы.	6	1	2			3
6	Полупроводниковые приборы с использованием объемной неустойчивости	7	2	2			3
7	Полупроводниковые приборы реагирующие на излучение.	6	1	2			3
8	Полупроводниковые излучающие приборы.	6	1	2			3
9	Термисторы.	6	1	2			3
10	Варисторы.	6	1	2			3
11	Полупроводниковые термоэлектрические приборы.	7	1	2			4
12	Датчики ЭДС Холла.	6	1	2			3
13	Тензочувствительные полупроводниковые приборы.	7	1	2			4
14	Итого.	72	16	16			40

3.1. Форма итогового контроля.

Формой итогового контроля по лекциям является устный экзамен. К экзамену допускаются студенты, получившие зачет по семинарским занятиям и по практикуму. Устный экзамен проходит по билетам, каждый из которых содержит два вопроса. Каждый вопрос содержит один пункт программы курса или его

часть. Для получения зачета по семинарским занятиям студент обязан решить не менее двух письменных контрольных работ, выполнить все домашние задания и успешно выступить на семинаре. Для получения зачета по лабораторному практикуму студент должен выполнить все лабораторные работы, предусмотренные учебным планом, т.е. девять работ.

IV. ПРОГРАММА КУРСА «Физика полупроводниковых приборов»

Введение.

Электронно-дырочный переход. Методы создания электронно-дырочных переходов. Распределение потенциала в области объемного заряда электронно-дырочного перехода. Контакт между полупроводниками с одинаковыми типами электропроводности. Контакт металл-полупроводник. Гетеропереходы. Свойства невыпрямляющих контактов.

Полупроводниковые диоды.

Структура и основные элементы. Вольт-амперные характеристики. Токи обусловленные диффузией носителей заряда. Генерация и рекомбинация носителей в области объемного заряда. Электрический пробой электронно-дырочного перехода. Выпрямительные плоскостные диоды. Селеновые выпрямители. Выпрямительные точечные высокочастотные диоды и импульсные диоды. Плоскостные диоды с выпрямлением на контакте металл-полупроводник. СВЧ – диоды. Кремниевые стабилитроны и стабилитроны. Инвертирование диодов. Лавинно-пролетные диоды. Туннельные диоды. Обращенные диоды. Варикапы, надежность полупроводниковых диодов.

Транзисторы.

Структура и основные режимы работы. Распределение потоков носителей заряда. Распределение носителей заряда. Статистические параметры. Пробой транзисторов. Статистические характеристики. Работа транзистора на малом переменном сигнале. Малосигнальные параметры. Низкочастотные маломощные транзисторы. Высокочастотные маломощные транзисторы. Надежность транзисторов.

Тиристоры.

Структура и принцип действия. Способы переключения. Конструкция и технология изготовления. Параметры и характеристики.

Полевые транзисторы.

Принцип действия и конструкция полевых транзисторов с р-n переходом в качестве затвора. Статистические характеристики полевого транзистора с р-n переходом в качестве затвора. Основные параметры. Расчет выходных статистических характеристик. Эквивалентные схемы. Частотные свойства. Полевые транзисторы с изолированным затвором.

Полупроводниковые приборы с использованием объемной неустойчивости.

Принцип действия и технология изготовления генераторов Ганна. Свойства и параметры генератора Ганна. Генераторы с ограничением накопления пространственного заряда.

Полупроводниковые приборы реагирующие на излучение.

Фоторезисторы. Датчики проникающего излучения на основе поликристаллических полупроводников. Фотоэлектрические приборы с воздействием света на электронно-дырочный переход. Корпускулярно преобразовательные приборы.

Полупроводниковые излучающие приборы.

Электролюминесцентные порошковые и пленочные излучатели «Светодиоды». Лазеры.

Термисторы

Принципы действия термисторов с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления. Основные параметры и характеристики термисторов прямого подогрева. Технология изготовления, конструкция и применение термисторов прямого подогрева. Болометры. Термисторы косвенного подогрева. Позисторы.

Варисторы

Принципы действия. Технология изготовления и конструкция. Основные параметры, расчет, свойства и применение.

Полупроводниковые термоэлектрические приборы.

Принципы действия. Термоэлектрические генераторы. Термоэлектрические холодильники и подогреватели.

Датчики ЭДС Холла

Принципы действия. Технология изготовления и конструкция. Основные параметры и свойства.

Тензочувствительные полупроводниковые приборы.

Полупроводниковые тензорезисторы. Тензодиоды, поликристаллические тензорезистор

V. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ПОДГОТОВКИ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ.

5.1 Тестовые задания по дисциплине

«Физика полупроводниковых приборов».

№ п.п.	Содержание темы	Часы СРС	Форма контроля
1	Электронно-дырочный переход при нарушении равновесия	2	Устный опрос
2	Концентрация не основных носителей заряда у границы p-n перехода.	2	---//---
3	Свойства невыпрямляющих контактов	2	---//---
4	Процессы в полупроводниковых диодах при больших прямых токах. Емкость диода. Переходные процессы в полупроводниковых диодах.	2	---//---
5	Селеновые выпрямители. Плоскостные диоды с выпрямлением на контакте металл-полупроводник. СВЧ-диоды.	2	---//---
6	Варикапы. Надежность полупроводниковых диодов.	2	---//---
7	Распределение носителей заряда. Значение постоянных токов при активном режиме. Явление в транзисторах при больших токах.	2	---//---

8	Работа транзистора на малом переменном сигнале. Малосигнальные параметры, эквивалентные схемы.	2	---//---
9	Мощные транзисторы	2	---//---
10	Конструкция и технология изготовления тиристоров. Параметры и характеристики.	2	---//---
11	Частотные свойства полевых транзисторов. Полевые транзисторы с изолированным затвором.	2	---//---
12	Генераторы с ограничением накопления пространственного заряда.	2	---//---
13	Фотоэлектрические приборы с воздействием света на электронно-дырочный переход	4	---//---
14	Корпускулярно-преобразовательные приборы.	2	---//---
15	Основные характеристики и параметры термисторов прямого подогрева.	2	---//---
16	Варисторы. Позисторы.	2	---//---
17	Термоэлектрические генераторы, холодильники и подогреватели.	2	---//---
18	Основные параметры и свойства датчиков э.д.с.	2	---//---
19	Тензодиоды и поликристаллические тензорезисторы.	2	Коллоквиум

5.2 График рейтинговых мероприятий

№ семестра	месяц				
	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь
3					
		коллоквиум			зачет.

VI. ПРОГРАММА СПЕЦИАЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ПО КУРСУ «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».

6.1 Перечень лабораторных работ по курсу «Полупроводниковые приборы».

1. Исследование электрических свойств р-п переходов.
2. Р-п переход в вырожденных полупроводниках и характеристики туннельных диодов.
3. Изучение свойств контакта металла с полупроводником и определение контактной разности потенциалов между полупроводником и металлом.
4. Исследование электрических характеристик транзисторов с р-п переходом.
5. Изучение выпрямляющего действия электронно-дырочного перехода
6. Изучение основных параметров стабилитрона.
7. Исследование фотоэлектрических свойств фотоэлемента.
8. Фотоэлектрические свойства фотодиода.
9. Излучательная рекомбинация в р-п переходе и характеристики светодиодов.
10. Основные характеристики фоторезисторов.

11. Изучение принципа работы и характеристик тиристорov.
12. Изучение основных характеристик варисторов
13. Изучение основных характеристик терморезисторов.

VII. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛЕКЦИОННЫЕ ДЕМОНСТРАЦИИ ПО КУРСУ «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».

1. Схема пространственного распределения зарядов и энергетических зон вблизи электронно-дырочного перехода.
2. Схема технологических стадий сплавления индия в германий.
3. Схема распределения электрического поля в резком и плавном электронно-дырочном переходе.
4. Схема энергетических зон в контакте металл-полупроводник
5. Схема технологического процесса изготовления планарного диода.
6. Схема конструкции кремниевого диода и импульсных диодов.
7. Схема конструкции СВЧ-диодов.
8. Схема распределения стационарных потоков носителей в транзисторе
9. Схема технологического процесса изготовления планарного транзистора.
10. Конструкция мощных сплавных транзисторов.
11. Схема конструкции некоторых фоторезисторов.
12. Схема конструкции фотодиодов и фототранзисторов.
13. Схема обозначения полупроводниковых приборов в схемах.

VIII. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ».

8.1. Контрольные вопросы по физике полупроводниковых приборов для магистрантов 2 курса (3 семестр) ФМФ.

1. Образование электронно-дырочного перехода.
2. Энергетическая диаграмма p-n перехода.
3. Методы создания p-n перехода.
4. Распределение потенциала в области объемного заряда p-n перехода.
5. Контакт между полупроводниками с одинаковым типом электропроводности.
6. Гетеропереходы.
7. Свойства невыпрямляющих контактов.
8. Структура и основные элементы полупроводниковых диодов.
9. Планарная технология изготовления полупроводниковых диодов.
10. Изготовление полупроводниковых диодов методом сплавления.
11. Вольт-амперная характеристика полупроводниковых диодов. Факторы, влияющие на прямую и обратную ветви ВАХ.
12. Токи обусловленные диффузией носителей заряда.
13. Генерация и рекомбинация носителей заряда в области объемного заряда.
14. Электрический пробой электронно-дырочного перехода.
15. ВАХ с учетом тепловыделения.
16. Влияние поверхностных явлений на ВАХ.
17. Селеновые выпрямители.
18. Высокочастотные и импульсные диоды.
19. Плоскостные диоды с выпрямлением на контакте металл-полупроводник.

20. Сверхвысокочастотные диоды.
21. Стабилитроны.
22. Стабисторы.
23. Инвертирование диодов.
24. Лавинно-пролетные диоды.
25. Туннельные диоды.
26. Обращенные диоды.
27. Варикапы.
28. Структура и основные режимы работы транзистора.
29. Пробой транзистора.
30. Стационарные характеристики транзисторов.
31. Маломощные низкочастотные и высокочастотные транзисторы.
32. Структура, конструкция и принцип действия тиристоров.
33. Параметры и характеристики тиристоров.
34. Конструкция и принципы действия полевых транзисторов с р-п переходом в качестве затвора.
35. Статистические характеристики и основные параметры полевых транзисторов.
36. Эквивалентные схемы полевых транзисторов.
37. Принцип действия генераторов Ганна.
38. Технология изготовления и параметры генераторов Ганна.
39. Фоторезисторы.
40. Гамма-датчики на основе полупроводников.
41. Рентгено-гамма –датчики.
42. Воздействие света на п-р переход.
43. Фотодиоды.
44. Фототранзисторы.
45. Фототиристоры.
46. Фотоэлементы.
47. Электролюминисцентные порошковые и пленочные излучатели.
48. Светодиоды.
49. Термисторы с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления.
50. Термисторы прямого подогрева.
51. Боллометры.
52. Термисторы косвенного подогрева.
53. Позисторы.
54. Варисторы.
55. Термоэлементы.
56. Термоэлектрические генераторы.
57. Термоэлектрические холодильники.
60. Термоэлектрические подогреватели.
61. Датчики э.д.с Холла.
62. Полупроводниковые тензорезисторы.
63. Тензодиоды.
64. Поликристаллические тензорезисторы.

IX. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».

1. Время релаксации неравновесных зарядов в полупроводниках.
2. Терморезисторы и их практическое применение.
3. Фотоэффект в высокоомных полупроводниках.

4. Фотоэлемент как преобразователь световой энергии в электрическую.
5. Изучение энергетического спектра полупроводника с помощью внешнего фотоэффекта.
6. Изучение физических свойств полупроводниковых термисторов.
7. Изучение физических свойств симметричных стабилитронов.
8. Изучение физических свойств варикапов.
9. Термоэлектродвижущая сила в полупроводниковых материалах.

Х. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА «Физика полупроводниковых приборов».

Основная

- В. В. Пасынков, Л.К. Чиркин, А.Д. Шинков. Полупроводниковые приборы М., «Высшая школа» 1973г.
- Я.А.Федотов. Полупроводниковые приборы и их применение. М. «Советское радио» 1969г.
- А.И.Курносков Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники. М. «Высшая школа» 1989г.
- А.А. Харламов Специальный физический практикум ч.2 МГУ 1977г.
- В.Ф.Мысов Практикум по физике полупроводников М. «Просвещение»

Дополнительная

- С.М.Рывкин Фотоэлектрические явления в полупроводниках. М. ФМ 1963г.
- С.С.Вавилов. Действие излучений на полупроводники. М. Ф-М. 1963г.
- И.М. Цидильковский. Термоэлектронные явления в полупроводниках. М. Физматгиз 1960г.

ХІ. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерный класс, оргтехника, теле- и аудиоаппаратура (всё – в стандартной комплектации для лабораторных занятий и самостоятельной работы); доступ к сети Интернет (во время самостоятельной подготовки и на лабораторных занятиях). В лаборатории «Физика полупроводниковых приборов» имеются следующие посадочные места:

Рабочее место преподавателя-1

Доска-1

Лабораторных столов -12

Стульев -12

Посадочных мест 12

Лабораторные установки :

а)

1. Установка для изучения электрических характеристик р-п переходов.
2. Установка для изучения электрических характеристик диодов.
3. Установка для изучения электрических характеристик транзисторов.
4. Установка для изучения выпрямляющего действия р-п перехода.
5. Установка для изучения стабилитронов
6. Установка для изучения излучательной рекомбинации в р-п переходах и характеристик светодиодов.

б) Автоматизированные лабораторные стенды производства «ФБГОУ ВО Пензенский государственный университет» для изучения свойств материалов и элементов

электронной техники. Стенды представляют собой измерительные системы, выполненные на базе персональных компьютеров. Стенды предназначены для проведения следующих исследований:

1. Автоматизированный лабораторный стенд для исследования фотопроводимости материалов.
2. Автоматизированный лабораторный стенд для исследования полупроводниковых структур методом вольт-фарадных характеристик
3. Автоматизированный лабораторный стенд для исследования магнитных свойств материалов электронной техники
4. Автоматизированный лабораторный стенд для исследования свойств однокомпонентных и многокомпонентных проводниковых материалов электронной техники

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ДВ.02.01 Физика полупроводниковых приборов

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, описание показателей и критериев оценивания компетенций

Выпускник должен обладать следующими универсальными **компетенциями (УК)**:

Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления;
		УК-2.2. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения;
		УК-2.3. Разрабатывает план реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы;
		УК-2.4. Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта;
		УК-2.5. Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта;

Выпускник должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ПК)**;

Задача профессиональной деятельности	Объект профессиональной деятельности или область знания	Код, наименование профессиональной компетенции	Код, наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание для включения ПК в образовательную программу
Тип задач профессиональной деятельности: Организационно-управленческий				
Организация научно-исследовательских и научно-инновационных работ. Участие в организации семинаров, конференций.	Научно-исследовательские и научно-инновационные работы, документация по грантам, проектов, отчетов и патентов.	ПК-2 Способность планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции	ПК-2.1 Знает способы организации научных семинаров и конференций, умеет планировать и организовывать научные семинары и конференции	

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки владений, умений, знаний, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру оценивания.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы), модули дисциплины/практики	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства	
			ВИД	КОЛ-ВО
1	Введение		Коллоквиум	10 вопросов
2	Полупроводниковые диоды.	УК-2, ПК-2	Вопросы к зачету	
3	Транзисторы.	УК-2, ПК-2		
4	Тиристоры.	УК-2, ПК-2		
5	Полевые транзисторы.	УК-2, ПК-2		
6	Полупроводниковые приборы с использованием объемной неустойчивости	УК-2, ПК-2		
7	Полупроводниковые приборы	УК-2, ПК-2		

	реагирующие на излучение.		Коллоквиум Вопросы к зачету	10 вопросов 64 вопроса
8	Полупроводниковые излучающие приборы.	УК-2, ПК-2		
9	Термисторы.	УК-2, ПК-2		
10	Варисторы.	УК-2, ПК-2		
11	Полупроводниковые термоэлектрические приборы.	УК-2, ПК-2		
12	Датчики ЭДС Холла.	УК-2, ПК-2		
13	Тензочувствительные полупроводниковые приборы.	УК-2, ПК-2		

3.Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представленность оценочного средства в ФОС
1	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала раздела или разделов, темы дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по разделам/темам дисциплины
3	Вопросы к зачету	Итоговая форма оценки знаний	Примерный перечень вопросов и заданий к зачету по дисциплине

4. Вопросы для рубежной аттестации

Коллоквиум № 1 (рубежный контроль 1)

Разделы дисциплины:

1	Введение
2	Полупроводниковые диоды.
3	Транзисторы.
4	Тиристоры.
5	Полевые транзисторы.
6	Полупроводниковые приборы с использованием объемной неустойчивости

Вопросы

- 1 Электронн-дырочный переход при нарушении равновесия
- 2 . Концентрация не основных носителей заряда у границы р-п перехода.
- 3 Свойства невыпрямляющих контактов
- 4 Процессы в полупроводниковых диоды при больших прямых токах.
- 5 Емкость диода. Переходные процессы в полупроводниковых диодах.
- 6 Селеновые выпрямители. Плоскостные диоды с выпрямлением на контакте металл-полупроводник. СВЧ-диоды.
- 7 Варикапы. Надежность полупроводниковых диодов.
- 8 Распределение носителей заряда. Значение постоянных токов при активном режиме. Явление в транзисторах при больших токах.
- 9 Работа транзистора на малом переменном сигнале. Малосигнальные параметры, эквивалентные схемы.
- 10 Мощные транзисторы

Коллоквиум № 2 (рубежный контроль 2)

Раздел дисциплины:

1	Полупроводниковые приборы реагирующие на излучение.
2	Полупроводниковые излучающие приборы.
3	Термисторы.
4	Варисторы.
5	Полупроводниковые термоэлектрические приборы.
6	Датчики ЭДС Холла.
7	Тензочувствительные полупроводниковые приборы.

Вопросы

1. Конструкция и технология изготовления тиристоров.
Параметры и характеристики.

2. Частотные свойства полевых транзисторов. Полевые транзисторы с изолированным затвором.
3. Генераторы с ограничением накопления пространственного заряда.
4. Фотоэлектрические приборы с воздействием света на электронно-дырочный переход
5. Корпускулярно-преобразовательные приборы.
6. Основные характеристики и параметры термисторов прямого подогрева.
7. Варисторы. Позисторы.
8. Термоэлектрические генераторы, холодильники и подогреватели.
9. Основные параметры и свойства датчиков ЭДС.
10. Тензодиоды и поликристаллические тензорезисторы.

5. Методические рекомендации по проведению коллоквиумов.

Посредством проведения коллоквиумов осуществляется промежуточная аттестация по дисциплине «Физика полупроводников». На коллоквиум выносятся ключевые вопросы каждого раздела. Коллоквиум проводится в виде собеседования (устного опроса). На поставленный вопрос может отвечать как один студент, так и несколько, дополняя и расширяя ответы друг друга. Каждый студент имеет возможность ответить на несколько вопросов. Минимальное количество вопросов, позволяющее оценить текущий уровень знаний студента, – два.

6. Шкалы и критерии оценивания

При проведении текущего контроля (рубежных аттестаций) используется пятибалльная система оценивания, которая затем переводится в баллы согласно балльно-рейтинговой системе, принятой в вузе.

Шкала и критерии оценивания коллоквиума по пятибалльной системе

оценка «отлично»	Магистрант показывает высокий уровень теоретических знаний по изучаемой дисциплине, видит междисциплинарные связи. Умеет анализировать практические ситуации. Ответ построен логично. Материал излагается четко, ясно, аргументировано
оценка «хорошо»	Магистрант показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен

	логично, материал излагается грамотно
оценка «удовлетворительно»	Магистрант показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров
оценка «неудовлетворительно»	Магистрант показывает слабый уровень теоретических знаний, не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на дополнительные вопросы

7. Материалы к зачету

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ингушский государственный университет»

Кафедра физики

Вопросы к зачету

(примерный перечень вопросов и заданий к зачету)

по дисциплине "Полупроводниковые приборы"
для магистров 2 курса (3 семестр)
направления подготовки 03.04.02 «Физика»
экзаменационная сессия 2018–2019 уч. года

39. Образование электронно-дырочного перехода.
40. Энергетическая диаграмма p-n перехода.
41. Методы создания p-n перехода.
42. Распределение потенциала в области объемного заряда p-n перехода.
43. Контакт между полупроводниками с одинаковым типом электропроводности.
44. Гетеропереходы.
45. Свойства невыпрямляющих контактов.
46. Структура и основные элементы полупроводниковых диодов.
47. Планарная технология изготовления полупроводниковых диодов.
48. Изготовление полупроводниковых диодов методом сплавления.

49. Вольт-амперная характеристика полупроводниковых диодов. Факторы, влияющие на прямую и обратную ветви ВАХ.
50. Токи обусловленные диффузией носителей заряда.
51. Генерация и рекомбинация носителей заряда в области объемного заряда.
52. Электрический пробой электронно-дырочного перехода.
53. ВАХ с учетом тепловыделения.
54. Влияние поверхностных явлений на ВАХ.
55. Селеновые выпрямители.
56. Высокочастотные и импульсные диоды.
57. Плоскостные диоды с выпрямлением на контакте металл-полупроводник.
58. Сверхвысокочастотные диоды.
59. Стабилитроны.
60. Стабисторы.
61. Инвертирование диодов.
62. Лавинно-пролетные диоды.
63. Туннельные диоды.
64. Обращенные диоды.
65. Варикапы.
66. Структура и основные режимы работы транзистора.
67. Пробой транзистора.
68. Стационарные характеристики транзисторов.
69. Маломощные низкочастотные и высокочастотные транзисторы.
70. Структура, конструкция и принцип действия тиристоров.
71. Параметры и характеристики тиристоров.
72. Конструкция и принципы действия полевых транзисторов с р-п переходом в качестве затвора.
73. Статистические характеристики и основные параметры полевых транзисторов.

74. Эквивалентные схемы полевых транзисторов.
75. Принцип действия генераторов Ганна.
76. Технология изготовления и параметры генераторов Ганна.
39. Фоторезисторы.
40. Гамма-датчики на основе полупроводников.
41. Рентгено-гамма –датчики.
42. Воздействие света на n-p переход.
43. Фотодиоды.
44. Фототранзисторы.
45. Фототиристоры.
46. Фотоэлементы.
47. Электролюминисцентные порошковые и пленочные излучатели.
48. Светодиоды.
49. Термисторы с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления.
50. Термисторы прямого подогрева.
51. Болометры.
52. Термисторы косвенного подогрева.
53. Позисторы.
54. Варисторы.
55. Термоэлементы.
56. Термоэлектрические генераторы.
57. Термоэлектрические холодильники.
60. Термоэлектрические подогреватели.
61. Датчики э.д.с Холла.
62. Полупроводниковые тензорезисторы.
63. Тензодиоды.
64. Поликристаллические тензорезисторы.

8.Методические рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка студентов к зачету включает следующие стадии: самостоятельная работа в течение учебного года (семестра); непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену.

Подготовку к зачету необходимо целесообразно начать с планирования и подбора источников и литературы. Прежде всего, следует внимательно перечитать учебную программу и программные вопросы для подготовки к экзамену, чтобы выделить из них наименее знакомые. Далее должен следовать этап повторения всего программного материала. На эту работу целесообразно отвести большую часть времени. Следующим этапом является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устных ответах на вопросы, выносимые на экзамен. Тезисы ответов на наиболее сложные вопросы желательно записать, так как в процессе записи включаются дополнительные моторные ресурсы памяти.

Литература для подготовки к зачету обычно рекомендуется преподавателем. Она также может быть указана в программе курса и учебно-методических пособиях.

В ходе подготовки к зачету студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания категорий и реальных проблем. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных, систематизированных знаний, аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

В этот период полезным может быть общение студентов с преподавателями по дисциплине на групповых и индивидуальных консультациях. Хорошо помогает совместная подготовка двух или нескольких обучающихся.

9. Шкала и критерии оценивания

При проведении итогового контроля используется пятибалльная система оценивания.

оценка «отлично»	Студент показывает высокий уровень теоретических знаний по изучаемой дисциплине, видит междисциплинарные связи. Умеет анализировать практические ситуации. Ответ построен логично. Материал излагается четко, ясно, аргументировано
оценка «хорошо»	Студент показывает достаточный уровень теоретических и практических знаний, свободно оперирует категориальным аппаратом. Умеет анализировать практические ситуации, но допускает некоторые погрешности. Ответ построен логично, материал излагается грамотно
оценка «удовлетворительно»	Студент показывает знание основного лекционного и практического материала. В ответе не всегда присутствует логика изложения. Студент испытывает затруднения при приведении практических примеров
оценка «неудовлетворительно»	Студент показывает слабый уровень теоретических знаний, не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно

	отвечает на дополнительные вопросы
--	------------------------------------

Рабочая программа дисциплины «Физика полупроводниковых приборов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 августа 2020 г. N 891

Программу составил: профессор кафедры «Физика» Р.М. Магомадов

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