

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

М.М.М.М. Ф.И.О.

2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика полупроводниковых приборов

(наименование дисциплины)

Основной профессиональной образовательной программы
магистратуры

(академического (ой)/прикладного (ой) бакалавриата/магистратуры)

03.04.02 «Физика»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

«Физика полупроводников»

(наименование профиля подготовки (при наличии))

Квалификация выпускника

магистр

Форма обучения

очная

(очная, заочная)

МАГАС, 2018 г.

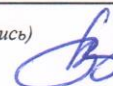
Составители рабочей программы

Профессор, доктор физ.-мат. наук, доцент Магомадов Рукман Масудович

(должность, уч. степень, звание)

(подпись)

(Ф. И. О.)



Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей физики

Протокол заседания № 8 от «23» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

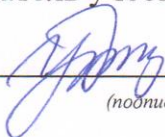
| Меричхеев З.С. |

(Ф. И. О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом физико-математического факультета.

Протокол заседания № 4 от «4» мая 2018 г.

Председатель учебно-методического совета



(подпись)

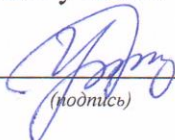
| Мамиев У.А. |

(Ф. И. О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом физико-математического факультета

Протокол заседания № 4 от «4» мая 2018 г.

Председатель учебно-методического совета



(подпись)

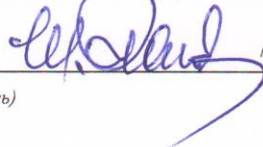
| Мамиев У.А. |

(Ф. И. О.)

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

протокол № 9 от «23» мая 2018 г.

Председатель Учебно-методического совета университета



(подпись)

| Кашагулов Ш.Б. |

(Ф. И. О.)

УДК 53(075)8+537,212(075.8)

ББК 22.3

Магомадов Р.М. Физика полупроводниковых приборов. Рабочая программа магистратуры– М: Ингушский государственный университет, кафедра «общей физики», 2017 г. – 35с.

Рецензент: А. Х. Матиев, доктор физико-математических наук, профессор

Рабочая программа предназначена для магистров 1 курса Ингушского государственного университета, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» (Физика полупроводников. Микроэлектроника)

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Государственного стандарта ВПО охватывает весь круг вопросов по изучаемой дисциплине.

Учебное издание

Магомадов Рукман Масудович.
Физика полупроводниковых приборов.
Компьютерный набор верстка

Р.М.Магомадов

Формат 60

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧАЕМОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
1.1. Цель преподавания дисциплины.....	5
1.2. Задачи изучения физики полупроводников.....	5
1.3. Требования, предъявляемые к изучающим программу курса «Физика полупроводников».....	5
1.4. Требования к результатам освоения дисциплины.....	5
1.5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	6
II. ОБЪЕМ ЧАСОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	10
III. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ДИСЦИПЛИНЫ (ПО ТЕМАМ И ВИДАМ РАБОТ).....	10
3.1. Форма итогового контроля.....	11
IV. ПРОГРАММА КУРСА «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».....	11
V. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ПОДГОТОВКИ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ.....	13
5.1. Контрольные вопросы по дисциплине «Полупроводниковые приборы».....	13
5.2. График рейтинговых мероприятий.....	13
VI. ПРОГРАММА СПЕЦИАЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ПО КУРСУ «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».....	15
6.1. Перечень лабораторных работ по курсу «Полупроводниковые приборы».....	15
VII. РЕКОМЕНДУЕМЫ ЛЕКЦИОННЫЕ ДЕМОНСТРАЦИИ ПО КУРСУ«ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».....	15
VIII. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ КУРСУ «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».....	16
8.1. Контрольные вопросы по физике полупроводников для студентов 2-курса курса (3-семестр).....	16
IX. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».....	17
X. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».....	18

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

1.1. Цель преподавания дисциплины

Специальный курс «Полупроводниковые приборы» 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 «Полупроводниковые приборы».

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 «Полупроводниковые приборы»

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

1.4 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 компетенциями:

способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (ПК-5);

способностью руководить научно-исследовательской деятельностью обучающихся младших курсов в области физики (ПК-6);

Таблица 1.1

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Этап (уровень) освоения	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3	4	5
Первый этап (базовый, пороговый) (ПК-5)	Знать правила оформления научных публикаций (статей и тезисов докладов)	Фрагментарные знания правил оформления научных публикаций (статей и тезисов докладов)	Неполное (содержащее существенные пробелы) знание правил оформления научных публикаций (статей и тезисов докладов)	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы, знание правил оформления научных публикаций (статей и тезисов докладов)	Полностью сформированное и системное знание правил оформления научных публикаций (статей и тезисов докладов)

Знать нормативную документацию (ГОСТы) регламентирующие правила составления отчетов, аналитических обзоров и патентных исследований	Фрагментарные знания нормативной документации регламентирующей правила составления отчетов, аналитических обзоров и патентных исследований	Неполное (содержащее существенные пробелы) знание нормативной документации регламентирующей правила составления отчетов, аналитических обзоров и патентных исследований	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы, знание нормативной документации регламентирующей правила составления отчетов, аналитических обзоров и патентных исследований	Полностью сформированное и системное знание нормативной документации регламентирующей правила составления отчетов, аналитических обзоров и патентных исследований
Уметь представлять результаты своих научных исследований в соответствии с предлагаемыми правилами академической традицией	Частично освоенное умение представлять результаты своих научных исследований в соответствии с предлагаемыми правилами академической традицией	В целом успешное, но не системное умение представлять результаты своих научных исследований в соответствии с предлагаемыми правилами академической традицией	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение представлять результаты своих научных исследований в соответствии с предлагаемыми правилами академической традицией	Полностью сформированное умение представлять результаты своих научных исследований в соответствии с предлагаемыми правилами академической традицией
Уметь производить сбор и анализ библиографических источников информации	Частично освоенное умение производить сбор и анализ библиографических источников информации	В целом успешное, но не системное умение производить сбор и анализ библиографических источников информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение производить сбор и анализ библиографических источников информации	Полностью сформированное умение производить сбор и анализ библиографических источников информации
Уметь представлять полученные научно-практические результаты в форме отчетов, оформленных в соответствии с требованиями действующей нормативной документации	Частично освоенное умение представлять полученные научно-практические результаты в форме отчетов, оформленных в соответствии с требованиями действующей нормативной документации	В целом успешное, но не системное умение представлять полученные научно-практические результаты в форме отчетов, оформленных в соответствии с требованиями действующей нормативной документации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение представлять полученные научно-практические результаты в форме отчетов, оформленных в соответствии с требованиями действующей нормативной документации	Полностью сформированное умение представлять полученные научно-практические результаты в форме отчетов, оформленных в соответствии с требованиями действующей нормативной документации
Владеть навыками редакторской деятельности(представления обширного экспериментального материала в виде сжатого текста научной работы (статьи))	Фрагментарное применение навыков редакторской деятельности (представления обширного экспериментального материала в виде сжатого текста научной работы (статьи))	В целом успешное, но не систематическое применение навыков редакторской деятельности (представления обширного экспериментального материала в виде сжатого текста научной работы (статьи))	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков редакторской деятельности (представления обширного экспериментального материала в виде сжатого текста научной работы (статьи))	Успешное и систематическое применение навыков редакторской деятельности (представления обширного экспериментального материала в виде сжатого текста научной работы (статьи))

Этап (уровень) освоения	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3	4	5
Первый этап (базовый, пороговый) (ПК-6)	Знать нормативно-методическую базу, регламентирующую образовательный процесс в ННГУ	Фрагментарные знания нормативно-методической базы, регламентирующей образовательный процесс в ННГУ	Неполное (содержащее существенные пробелы) знание нормативно-методической базы, регламентирующей образовательный процесс в ННГУ	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы, знание нормативно-методической базы, регламентирующей образовательный процесс в ННГУ	Полностью сформированное и системное знание нормативно-методической базы, регламентирующей образовательный процесс в ННГУ
	Знать теоретические основы, основные понятия, законы и модели основных разделов физики	Фрагментарные знания теоретических основ, основных понятий, законов и моделей основных разделов физики	Неполное (содержащее существенные пробелы) знание теоретических основ, основных понятий, законов и моделей основных разделов физики	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы, знание теоретических основ, основных понятий, законов и моделей основных разделов физики	Полностью сформированное и системное знание теоретических основ, основных понятий, законов и моделей основных разделов физики
	Знать основные понятия, современные методики и технологии организации и реализации образовательного процесса	Фрагментарные знания основных понятий, современных методик и технологий организации и реализации образовательного процесса	Неполное (содержащее существенные пробелы) знание основных понятий, современных методик и технологий организации и реализации образовательного процесса	Сформированное, но содержащее отдельные пробелы, знание основных понятий, современных методик и технологий организации и реализации образовательного процесса	Полностью сформированное и системное знание основных понятий, современных методик и технологий организации и реализации образовательного процесса
	Уметь проектировать, организовывать и анализировать педагогическую работу с воспитанниками (бакалаврами)	Частично освоенное умение проектировать, организовывать и анализировать педагогическую работу с воспитанниками (бакалаврами)	В целом успешное, но не системное умение проектировать, организовывать и анализировать педагогическую работу с воспитанниками (бакалаврами)	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проектировать, организовывать и анализировать педагогическую работу с воспитанниками (бакалаврами)	Полностью сформированное умение проектировать, организовывать и анализировать педагогическую работу с воспитанниками (бакалаврами)
	Уметь понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики	Частично освоенное умение понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики	В целом успешное, но не системное умение понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики	Полностью сформированное умение понимать, излагать и критически анализировать физическую информацию. Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики

Уметь организовывать и проводить лекционные и семинарские занятия для обучающихся по программа бакалавриата	Частично освоенное умение организовывать и проводить лекционные и семинарские занятия для обучающихся по программа бакалавриата	В целом успешное, но не системное умение организовывать и проводить лекционные и семинарские занятия для обучающихся по программа бакалавриата	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение организовывать и проводить лекционные и семинарские занятия для обучающихся по программа бакалавриата	Полностью сформированное умение организовывать и проводить лекционные и семинарские занятия для обучающихся по программа бакалавриата
Уметь организовывать практические занятия для обучающихся по программам бакалавриата	Частично освоенное умение организовывать практические занятия для обучающихся по программам бакалавриата	В целом успешное, но не системное умение организовывать практические занятия для обучающихся по программам бакалавриата	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение организовывать практические занятия для обучающихся по программам бакалавриата	Полностью сформированное умение организовывать практические занятия для обучающихся по программам бакалавриата
Владеть навыками проектирования организации и анализа педагогической деятельности на уровне бакалавриата	Фрагментарное применение навыков проектирования организации и анализа педагогической деятельности на уровне бакалавриата	В целом успешное, но не систематическое применение навыков проектирования организации и анализа педагогической деятельности на уровне бакалавриата	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков проектирования организации и анализа педагогической деятельности на уровне бакалавриата	Успешное и систематическое применение навыков проектирования организации и анализа педагогической деятельности на уровне бакалавриата
Владеть навыками первичной разработки учебно-методических пособий и учебно-методических комплексов, обеспечивающих образовательный процесс	Фрагментарное применение навыков первичной разработки учебно-методических пособий и учебно-методических комплексов, обеспечивающих образовательный процесс	В целом успешное, но не систематическое применение навыков первичной разработки учебно-методических пособий и учебно-методических комплексов, обеспечивающих образовательный процесс	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков первичной разработки учебно-методических пособий и учебно-методических комплексов, обеспечивающих образовательный процесс	Успешное и систематическое применение навыков первичной разработки учебно-методических пособий и учебно-методических комплексов, обеспечивающих образовательный процесс

По окончании освоения программы по направлению «Физика» выпускник должен продемонстрировать также компетенции, характерные для магистерской программы:

- способность разбираться в современном состоянии, теоретических работах и результатах экспериментов, входящих в программу;
- способность разбираться в методах исследований в объеме профессиональных дисциплин.

Компетенции магистерских программ должны учитывать региональные особенности и требования работодателей.

II. ОБЪЕМ ЧАСОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

Виды занятий	Всего часов
Общая трудоемкость	72
Аудиторные занятия	38
Лекции (Л)	10
Лабораторные занятия (ЛЗ)	26
Практические занятия (ПР)	
КСР	2
Самостоятельная работа (СР)	34
Итоговая форма контроля	Зачет, К-р.

III. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ РАБОТ.

№п.п	Наименование тем	Всего часов	Л	ЛЗ	ПР	ИР	СР
1	Введение	2		2			2
2	Полупроводниковые диоды.	6	1	2			4
3	Транзисторы.	6	1	2			4
4	Тиристоры.	6	0.5	2			2
5	Полевые транзисторы.	6					2
6	Полупроводниковые приборы с использованием объемной неустойчивости	6	0.5	2			2
7	Полупроводниковые приборы реагирующие на излучение.	6	1	22			4
8	Полупроводниковые излучающие приборы.	6	1	2			4
9	Термисторы.	4	0.5	2			2
10	Варисторы.	6	0.5				2
11	Полупроводниковые термоэлектрические приборы.	6	0.5	2			2
12	Датчики ЭДС Холла.	6	1	2			2
13	Тензочувствительные полупроводниковые приборы.	6	0.5	2			2
14	Итого.	72	10	26			34

3.1. Форма итогового контроля.

Формой итогового контроля по лекциям является зачет. К зачету допускаются студенты, получившие зачет по семинарским занятиям и по практикуму. Устный зачет 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.

IV. ПРОГРАММА КУРСА «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».

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. Боллометры. 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 тензорезисторы.

V. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ПОДГОТОВКИ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ.

5.1 Контрольные вопросы по дисциплине «Полупроводниковые приборы».

№ п.п.	Содержание темы	Часы СРС	Форма контроля
1	Электронн-дырочный переход при нарушении равновесия	2	Устный опрос
2	Концентрация не основных носителей заряда у границы p-n перехода.	2	---//---
3	Свойства невыпрямляющих контактов	4	---//---
4	Процессы в полупроводниковых диоды при больших прямых токах. Емкость диода. Переходные процессы в полупроводниковых диодах.	4	---//---
5	Селеновые выпрямители. Плоскостные диоды с выпрямлением на контакте металл-полупроводник. СВЧ-диоды.	4	---//---
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 молот 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	2	---//---
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				
	февраль	март	апрель	май	июнь
3		коллоквиум			зачет
№ семестра	месяц				

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 тиристоров.
12. Изучение основных характеристик варисторов
13. Изучение основных характеристик терморезисторов.

VII. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛЕКЦИОННЫЕ ДЕМОСТРАЦИИ 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 «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».

Контрольные вопросы по полупроводниковым приборам для магистров 2 курса ФМФ (3 семестр)

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 p-n 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 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.

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 «ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ».

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.