

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра «Общетехнических дисциплин и электроники»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФИТЭ, к.ф.-м.н., доцент

_____ **В.С. Холушкин**

«___» _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы электроники

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Наименование образовательной программы	Электронные приборы и устройства
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ОТДиЭ

к.ф.-м.н., доцент

_____ протокол № _____ от _____ 2023 г.

_____ Ю.В. Батьков

«___» _____ 2023г.

г. Саров, 2023г.

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ОТДиЭ, к.ф.-м.н., доцент

Ю.В. Батьков

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/	Интерактивные часы
5	32	2	72	16	16	16	24	-	Зач	24
ИТОГО	32	2	72	16	16	16	24	-	Зач	24

АННОТАЦИЯ

В рамках данного курса предусмотрено изучение физических основ работы полупроводниковых приборов, изучение их характеристик и параметров.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Сформировать необходимый минимум специальных теоретических и практических знаний для понимания физических основ работы полупроводниковых приборов и их применения для создания аналоговых и цифровых электронных схем.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Индекс дисциплины: Б1.О.11

Дисциплина «Физические основы электроники» относится к обязательной части рабочего учебного плана по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Для успешного освоения дисциплины «Физические основы электроники» необходимы компетенции, формируемые в результате освоения следующих дисциплин:

- Физика;
- Электротехника.

Изучение дисциплины «Физические основы электроники» необходимо для успешного освоения следующих дисциплин:

- Схемотехника электронных средств;
- Основы радиоэлектроники.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	З-ОПК-1 Знание основных законов высшей математики, общей и теоретической физики, применительно к инженерным задачам У-ОПК-1 Умение применять основные положения и законы высшей математики, общей и теоретической физики, естественных наук к решению задач инженерной деятельности В-ОПК-1 Владение методами высшей математики и естественных наук применительно к задачам электроники и нанoeлектроники

Профессиональные компетенции (ПК)

в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования	материалы, компоненты, электронные приборы, устройства	ПК-1 Способен применять простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «40.037. Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники»	З-ПК-1 Знание физических и математических моделей типовых приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники. У-ПК-1 Умение применять физические и математические модели устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения В-ПК-1 Владение стандартными программными средствами компьютерного моделирования устройств и установок электроники и наноэлектроники

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 5.3)
			16	16	16	24		
Семестр 5								
1.	Раздел 1. Полупроводниковые диоды							
1.1.	Тема 1. Введение	1	2	-	-	-	-	-
1.2	Тема 2. Свойства полупроводников	1, 2	2	-	-	2	ДЗ	3
1.3	Тема 3. Изучение р-п перехода	2, 3	2	2	-	-	ДЗ	3
1.4	Тема 4. Свойства р-п перехода	3, 4	2	2	-	4	ДЗ	3
1.5	Тема 5. Изучение полупроводниковых диодов	5, 6, 7, 8	2	2	4	4	ДЗ	6
Рубежный контроль		8	Тест					10
2.	Раздел 2. Транзисторы							
2.1	Тема 1. Изучение биполярных транзисторов.	9, 10, 11	2	4	12	6	ДЗ	5
2.2	Тема 2. Изучение тиристорov.	12, 13, 14	2	2	-	4	УО	5
2.3	Тема 3. Изучение полевых транзисторов.	15, 16	2	4	-	4	УО	5
Рубежный контроль		16	Тест					10
Промежуточная аттестация			Зачет				-	45
Посещаемость								5
Итого:			16	16	16	24		100

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Тест – тестирование (письменный опрос)

ДЗ – домашнее задание

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела/ темы дисциплины	Содержание
Раздел 1. Полупроводниковые диоды		
1.1	Тема 1. Введение	Краткий исторический обзор развития электроники
1.2	Тема 2. Свойства полупроводников	Различие материалов с точки зрения электропроводности. Три их основные группы. Проводимость чистых и примесных полупроводников. Разделение энергетических уровней на зоны. Механизм образования подвижных зарядов в полупроводниках. Электроны и дырки. Зонные диаграммы полупроводников.
1.3	Тема 3. Изучение р-п перехода	Понятие р-п перехода, образование потенциального барьера. Размеры р-п перехода в прямом и обратном включении.
1.4	Тема 4. Свойства р-п перехода	Температурные свойства р-п перехода, прямой и обратный токи, виды пробоев
1.5	Тема 5. Изучение полупроводниковых диодов	Основные параметры и конструкция диодов, стабилитроны, диоды, шотки и тд
Раздел 2. Транзисторы		
2.1	Тема 1. Изучение биполярных транзисторов.	Биполярные транзисторы. Основные процессы свойства и параметры
2.2	Тема 2. Изучение тиристор.	Динисторы и тиристоры. Основные свойства, принципы работы и вольт- амперные характеристики.
2.3	Тема 3. Изучение полевых транзисторов.	Полевые транзисторы. Принципы работы, основные свойства и параметры

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела/ темы дисциплины	Содержание
Раздел 1. Полупроводниковые диоды		
1.1	Тема 3. Изучение р-п перехода	Концентрация носителей в П/П, зонные диаграммы
1.2	Тема 4. Свойства р-п перехода	ВАХ диодов и основные схемы включения
1.3	Тема 5. Изучение полупроводниковых диодов	Изучение полупроводниковых диодов
Раздел 2. Транзисторы		
2.1	Тема 1. Изучение биполярных транзисторов.	Схемы включения биполярных транзисторов
2.2	Тема 2. Изучение тиристор.	П/П с отрицательным дифференциальным сопротивлением
2.3	Тема 3. Изучение полевых транзисторов.	Схемы включения полевых транзисторов

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела/ темы дисциплины	Содержание
Раздел 1. Полупроводниковые диоды		
1.1	Тема 1. Изучение диода и стабилитрона	Построение ВАХ
Раздел 2. Транзисторы		
2.1	Тема 1. Усилитель с общим эмиттером	Изучение схем включения биполярных транзисторов.
2.2	Тема 2. Эмиттерный повторитель	Изучение схем включения биполярных транзисторов.
2.3	Тема 3. Ключевой режим работы транзистора	Изучение схем включения биполярных транзисторов.

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Лаврентьев Б.Ф. «Аналоговая и цифровая электроника»: Учебное пособие. — Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. — 155 с.;
2. А.В. Глазачев, В.П. Петрович «Физические основы электроники» Издание Томского государственного университета;
3. У. Хорвиц, П. Хилл «Искусство схемотехники»;
4. А. Москатов «Электронная техника».
5. Канал Дзен «Разумный мир».

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 5				
Раздел 1	Тема 1. Введение	ОПК-1 ПК-1	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	-
	Тема 2. Свойства полупроводников			ДЗ 1,2
	Тема 3. Изучение р-п перехода			ДЗ 2,3
	Тема 4. Свойства р-п перехода			ДЗ 3,4
	Тема 5. Изучение полупроводниковых диодов			ДЗ 5,6,7,8
Рубежный контроль		ОПК-1 ПК-1	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Тест 8
Раздел 2	Тема 1. Изучение биполярных транзисторов.	ОПК-1 ПК-1	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	ДЗ 9, 10, 11
	Тема 2. Изучение тиристор.			УО 12, 13, 14
	Тема 3. Изучение полевых транзисторов.			УО 15, 16
Рубежный контроль		ОПК-1 ПК-1	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Тест 16
Промежуточная аттестация		ОПК-1 ПК-1	3-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1 3-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	Зачет

5.2. Примерные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля

5.2.1.1. Примерные темы домашнего задания (ДЗ)

- 1) Расчет параметров диода по ВАХ.
- 2) Расчет усилителя с общим эмиттером
- 3) Расчет усилителя с общим коллектором
- 4) Расчет источника тока

5.2.1.2. Примерные вопросы для устного опроса (УО)

- 1) Свойства П/П диодов.
- 2) Свойства транзисторов.

5.2.2. Оценочные средства для рубежного контроля

5.2.2.1. Примерные вопросы для тестового задания

Раздел 1:

1. Какой пробой диода является обратимым:
 - а) электрический
 - б) тепловой
2. На какой ветви работает стабилитрон:
 - а) прямая
 - б) обратная
3. У какого из диодов меньше прямое напряжение:
 - а) плоскостной
 - б) диод шотки
4. Какой пробой отсутствует у диода шотки:
 - а) электрический
 - б) тепловой
5. У какого из диодов выше рабочая частота:
 - а) плоскостной
 - б) диод шотки.

Ответ

1	2	3	4	5
а	б	б	а	б

Раздел 2.

1. Где в транзисторе наибольшая концентрация примесей:
 - а) в базе
 - б) в эмиттере
2. Какой ток больше:
 - а) базовый
 - б) коллекторный
3. Чем задаётся рабочая точка:
 - а) напряжением на базе
 - б) напряжением на эмиттере

4. У какого транзистора меньше входной ток:

- а) полевой
- б) биполярный

5. Чем источник тока на полевом транзисторе лучше чем на биполярном:

- а) точностью
- б) минимумом деталей

Ответ

1	2	3	4	5
б	б	а	а	б

Пояснение: на выполнение задания даётся 5 минут. За каждый правильный ответ начисляется один балл.

Минимальная сумма баллов, которые нужно набрать равна трём.

5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

5.2.3.1 Примерные вопросы к зачету

1. Собственная и местная проводимость ПП

Образование p - n перехода зонные диаграммы

2. Соединение металл ПП переход Шотки

3. ПП диод устройство принцип работы ВАХ

Прямая и обратная ветви диодные схемы

4. ПП стабилитроны устройство принцип работы ВАХ

5. Биполярные транзисторы устройство принцип работы ВАХ

6. Светодиоды и фотодиоды устройство принцип работы ВАХ

7. Полевые транзисторы устройство принцип работы ВАХ

8. Тиристоры устройство принцип работы ВАХ.

9. Каскад с ОЕ

10. Ключевой режим работы транзистора

11. Каскад с ОК

12. Составные транзисторы

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. У. Хорвиц, П. Хилл «Искусство схемотехники»;
2. А. Москатов «Электронная техника».
3. Лаврентьев Б.Ф. «Аналоговая и цифровая электроника»: Учебное пособие. — Йошкар-

Ола: МарГТУ , 2000. — 155 с.;

4. А.В Глазачев, В.П.Петрович «Физические основы электроники» Издание Томского государственного университета;

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Журнал «Схемотехника»;
2. Журнал «Радио».

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Канал Дзен «Разумный мир».

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины производится на базе учебной лаборатории «Электронных схем» кафедры ОТДиЭ в СарФТИ НИЯУ МИФИ. Лаборатория оснащена современным оборудованием, позволяющим проводить практические и лабораторные занятия. Выполнение лабораторных работ, а также самостоятельной работы студентов осуществляется на рабочих местах оснащенных макетами ЛР с соответствующим комплектом средств измерений и объектами исследований.

В лаборатории имеются различные приборы, необходимые для изучения дисциплины «Физические основы электроники» такие как осциллографы, генераторы, вольтметры и т.д.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени.

На сайте кафедры также находится методический и справочный материал, необходимый для проведения лабораторного практикума по курсу.

Лабораторный практикум проводится по расписанию в лабораторной аудитории.

По дисциплине «Физические основы электроники» в рабочем учебном плане предусмотрены интерактивные часы для проведения практических и лабораторных занятий.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерным учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр. В конце предусмотрен зачет.

При изучении дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых.

Предлагается:

- в первом разделе заострить внимание на свойствах и принципах работы полупроводниковых диодов;
- во втором разделе обратить внимание на свойствах и принципах работы полупроводниковых транзисторов.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Программу составил: старший преподаватель кафедры ОТДиЭ

В.Л. Пополев

Рецензент: зав. кафедрой ОТДиЭ, к.ф-м.н., доцент

Ю.В. Батьков