

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Степанов Павел Иванович
Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ
Дата подписания: 25.02.2026 14:58:12
Уникальный программный ключ:
8c65c591e26b2d8e460927740cf752622aa3b29

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Новоуральский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДЕНА
Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ
Протокол №3 от 24.04.2023 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
" **Физические основы электроники** "

Направление подготовки (специальность)	<u>11.03.04 Электроника и наноэлектроника</u>
Профиль подготовки (специализация)	<u>Промышленная электроника</u>
Квалификация (степень) выпускника	<i>бакалавр</i>
Форма обучения	очная

Курс	3		всего
Семестр	5	6	
Трудоемкость, з.е.	3	5	8
Трудоемкость, час	108	108	288
Аудиторные занятия, час, в т.ч.:	72	68	140
- лекции	18	18	36
- практические занятия	36	34	70
- лабораторные работы	18	16	34
Самостоятельная работа	18	85	103
Контроль	18	27	45
Форма промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен	5 семестр – Экзамен, 6 семестр - Экзамен

Индекс дисциплины в РУПе– Б1.0.03.09

Рабочую программу составил
доцент кафедры физико-математических дисциплин,
к.ф.-м.н.
Эйшинский Евгений Роальдович

Содержание

1	Цели освоения учебной дисциплины	4
2	Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО	4
3	Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3.1	Планируемые результаты освоения образовательной программы, относящиеся к учебной дисциплине	4
3.2	Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине	5
4	Структура и содержание учебной дисциплины	9
4.1	Структура учебной дисциплины	9
4.2	5-й семестр	9
4.3	6-й семестр	13
5	СРС	17
6	Информационно-образовательные технологии	17
7	Средства для контроля и оценки	17
8	Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины	18
9	Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины.....	19
	Приложение 1 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов	20
	Приложение 2 Методические рекомендации по освоению дисциплины	21
	Приложение 3 Балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов	23

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным стандартом ФГОС 3++ и Образовательным стандартом высшего образования Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Промышленная электроника», (квалификация «академический бакалавр») и рабочим учебным планом (РУП) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Промышленная электроника».

1. Цели освоения учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины «Физические основы электроники» (далее - ФОЭ) являются достижение студентами

- запланированных результатов освоения образовательной программы, относящиеся к учебной дисциплине (см. п.3.1);
- запланированных результатов обучения по учебной дисциплине (см. п.3.2).

2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

В соответствии с образовательной программой подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Промышленная электроника» учебная дисциплина ФОЭ входит в естественно-научный модуль обязательной части перечня дисциплин РУП.

Дисциплина содержит две части: «Вакуумная и плазменная электроника» и «Полупроводниковая электроника».

Предшествующий уровень образования обучаемых – среднее (полное) общее образование (либо среднее профессиональное образование) и первые два курса обучения в вузе. Изучение дисциплины базируется на сумме знаний и практических навыков, полученных студентами в среднем образовании и в вузе при изучении предметов «математика», «физика» (разделы «электричество и магнетизм», «оптика, атомная и квантовая физика»), «физика твёрдого тела».

Дисциплина ФОЭ изучается на 3 курсе, в пятом и шестом семестрах. Понятия и методы дисциплины являются базовыми для большинства компонентов общепрофессионального и профессионального модулей.

3. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Данный раздел устанавливает сквозное соотношение между планируемым результатом (ПР) в данной учебной дисциплине (УД) и в образовательной программе (ОП).

3.1 Планируемые результаты освоения образовательной программы, относящиеся к учебной дисциплине

В результате освоения дисциплины ФОЭ студент должен приобрести следующие компетенции (Таблица 2).

Таблица 2 Компетенции, приобретаемые в процессе изучения дисциплины

Код компетенции	Компетенции
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1	Способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Воспитательные компетенции	
В14	Формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труд
В15	Формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии
Универсальные компетенции	
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

3.2. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

В результате освоения дисциплины ФОЭ студент должен:

Знать:

Код	Планируемые результаты обучения	Показатели оценки результатов
31	физико-технологические основы процессов твердотельной, вакуумной и плазменной (ТВиП) электроники	- Знание основных физических явлений и процессов, лежащих в основе приборов ТВиП электроники; - Знание основных технологических процессов производства приборов ТВиП электроники.
32	принципы использования физических эффектов в приборах и устройствах ТВиП электроники различного назначения	- Знание широкого спектра различных приборов и устройств ТВиП электроники; - Знание способов применения физических эффектов в прибора ТВиП электроники.
33	основные методы и средства измерения параметров и характеристик приборов ТВиП электроники и методы их моделирования	- Знание основных параметров и технических характеристик приборов ТВиП электроники; - Знание методов и средств измерения этих величин; - Знание различных моделей, описывающих приборы ТВиП электроники.

34	3-УК-1	- Знание методик сбора и обработки информации; - Знание актуальных российских и зарубежных источников информации в сфере профессиональной деятельности; - Знание метод системного анализа
35	3-УК-6	- Знание основных приемов эффективного управления собственным временем; - Знание основных методик самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни
36	3-ОПК-1	- Знание основных законов высшей математики, общей и теоретической физики, применительно к инженерным задачам

Уметь:

Код	Результаты обучения	Показатели оценки результатов
У1	применять методы и средства измерения физических параметров приборов ТВиП электроники	- Умение планировать проведение физического эксперимента и выполнять измерения физических величин; - Умение применять компьютер для моделирования физических ситуаций и процессов.
У2	учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	- Умение анализировать текущую техническую информацию, касающуюся развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий; - Умение выделять из этой информации основные тенденции.
У3	оценивать целесообразность использования тех или иных приборов ТВиП электроники в конкретных устройствах (схемах)	- Умение пользоваться справочниками для выбора приборов ТВиП электроники для работы в конкретных устройствах, исходя из заданных требований к техническим параметрам и характеристикам приборов.
У4	У-УК-1	- Умение применять методики поиска, сбора и обработки информации; - Умение осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников
У5	У-УК-6	- Умение эффективно планировать и контролировать собственное время; - Умение использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения
У6	У-ОПК-1	- Умение применять основные положения и законы высшей математики, общей и теоретической физики, естественных наук к решению задач

Владеть навыками:

Код	Результаты обучения	Показатели оценки результатов
В1	поиска информации о различных видах приборов ТВиП электроники; с технических параметров оборудования при конструировании приборов ТВиП электроники	<ul style="list-style-type: none"> - владение навыками поиска научно-технической информации; - владение навыками самостоятельного изучения заданных тем и работы с учебной литературой в бумажном и электронном виде; - владение навыками работы со справочниками и справочными материалами по электронным приборам; - владение навыками подготовки рефератов и презентаций.
В2	построения простейших физических и математических моделей приборов, а также использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования	<ul style="list-style-type: none"> - владение навыком выбора моделей приборов ТВиП электроники, наиболее подходящих условиям решаемой задачи - владение навыком выбора и применения имеющихся программных средств компьютерного моделирования
В3	расчета характеристик приборов ТВиП электроники	<ul style="list-style-type: none"> - владение методами расчета характеристик приборов ТВиП электроники; - владение навыком выбора наиболее подходящего из имеющихся методов расчета характеристик приборов ТВиП электроники
В4	способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов ТВиП электроники, схем, устройств и установок электроники различного функционального назначения	<ul style="list-style-type: none"> - владение навыками экспериментального исследования параметров и характеристик приборов ТВиП электроники; - владение навыками выбора из имеющихся методик экспериментального исследования указанных параметров наиболее эффективной методики; - владение навыками реализации этой методики
В5	терминологией в области ТВиП	- владение навыками правильного использования терминов и определений величин в области ТВиП.
В6	навыками обсуждения тем и ведения дискуссий по профессиональной тематике	<ul style="list-style-type: none"> - владение навыками корректного ведения дискуссий на различные темы; - владение навыками ведения дискуссий на профессиональном языке с правильным использованием общепринятых терминов и жаргонизмов.

В7	проведения анализа и систематизации результатов исследований, представления технических материалов в виде научных отчетов,	- владение навыками анализа экспериментальных данных; - владение навыками систематизации результатов исследования; - владение навыками создания научно-технических презентаций; научных отчетов, публикаций
В8	В-УК-1	- владение методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; - владение методикой системного подхода для решения поставленных задач
В9	В-УК-6	- владение методами управления собственным временем; - владение технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; - владение методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
В10	В-ОПК-1	- владение методами высшей математики и естественных наук применительно к задачам электроники и наноэлектроники

3.3 Соотношение планируемых результатов обучения по учебной дисциплине и результатов освоения образовательной программы

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в таблице 23.

Таблица 2 Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения

Код	Планируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций		
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)
ОПК-1	31, 32, 36	У6	В2, В3, В4, В10
У1	34	У4	В8
У6	35	У5	В9
В14			В6
В15			В6

4 Структура и содержание учебной дисциплины

Общий объём дисциплины составляет 63.е., 216 часов.

4.1 Структура учебной дисциплины.

Соотношение лекций, практических занятий, лабораторных занятий, их распределение по учебным неделям семестров, трудоёмкость в часах, самостоятельная работа студентов и формы контроля по семестрам приведены в п.п. 4.2 и 4.3.

4.2 5-й семестр

Трудоёмкость 3 з.е., 108 час., дифференциальный зачёт.

Таблица 4 Структура учебной дисциплины в 5-м семестре

№ п/п	Название темы/раздела учебной дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, и их трудоемкость (в часах)				Ссылка на ПР УД	Формы текущего контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ВАКУУМНАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА								
Раздел 1 Электрический ток в вакууме								
1	Тема 1. Явление термоэлектронной эмиссии металлов (ТЭЭ). Эффект Шоттки. ТЭЭ оксидного катода.	1-3	4	8		2	31, 32, 33, У1, У2, У3 В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	ДЗ1(2), Т1(6) ПР (1, выдача тем)
2	Тема 2. Автоэлектронная эмиссия, фотоэмиссия, вторичная эмиссия.	4-5	2	6		2		ДЗ1(2), Т1(6)
3	Тема 3. Электронные пучки. Движение электронов в электрических и магнитных полях	6-8	4	6		2		ДЗ2(6), Т2(8) Защита

Таблица 4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 3 Электрический ток в газах. Плазма.							31, 32, 33, У1, У2, У3 В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	
4	Тема 4. Физические характеристики газов. Понятие плазмы. Параметры и характеристики плазмы.	8-10	2	6	*)	3		ДЗЗ(8), ТЗ(11)
5	Тема 5. Электрический ток в плазме. Виды газовых разрядов.	10-11	2	4		3		ДЗЗ(8), ТЗ(11)
Раздел 3 Электривакуумные и плазменные приборы								
6	Тема 6. Электривакуумные приборы.	12-15	2	4	10	3		Т4(18)
7	Тема 7. Применение плазмы в электронике.	16-18	2	2	8	3		ПР (16-17, защита), Т4(18)
8	Итого:		18	36	18	18		
9	Дифференциальный зачёт							

Сокращения в таблице:

ДЗ-домашнее задание (указан срок выдачи задания, срок выполнения - 3 недели),

Т - тестовая проверочная работа (указан срок проведения), УО – устный опрос.

ПР - презентация

*) в течение семестра студенты выполняют 4 ЛР (общий объём – 18 час.) по разным темам.

Подробная информация о проведении лабораторного практикума приведена перед списком ЛР (Таблица 7).

4.2.1 Содержание 5-го семестра

Содержание лекций, практических занятий и лабораторных работ 5-го семестра представлено в таблицах 5-7.

Таблица 5 Лекции 5-го семестра (трудоемкость – 18 час.)

№ п.п.	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	2	3	4
Раздел 1 Электрический ток в вакууме			
1	Тема 1	<i>Лекции 1, 2</i> Явление термоэлектронной эмиссии металлов (ТЭЭ). Зависимость термоэлектронного тока от температуры. Формула Ричардсона-Дешмана. Вольт-амперная характеристика термокатода при малых плотностях тока эмиссии. Эффект Шоттки. Токи в вакууме ограниченные пространственным зарядом. Закон «трех вторых» Ленгмюра.	4
2	Тема 2	<i>Лекция 3</i> Автоэлектронная эмиссия. Взрывная эмиссия. Фотоэмиссия. Основные законы фотоэмиссии. Вторичная эмиссия. Вторичная ионно-электронная эмиссия.	2
3	Тема 3	<i>Лекция 4, 5</i> Понятие электронного потока (пучка). Формирование электронного пучка. Движение электронов в электрических и магнитных полях. Способы фокусировки электронного пучка. Электростатические и магнитные линзы.	4
Раздел 2 Электрический ток в газах. Плазма.			
4	Тема 4	<i>Лекция 6</i> Физические характеристики газов. Плазма. Параметры и характеристики плазмы. Виды плазмы в природе и технике. Закономерности электрических процессов, протекающих в плазме.	2
5	Тема 5	<i>Лекция 7</i> Электрический ток в плазме. Тлеющий, коронный, дуговой разряды.	2
Раздел 3 Электровакуумные и плазменные приборы			
6	Тема 6	<i>Лекция 8</i> Электровакуумный диод. Характеристики диода. Дифференциальные параметры диода. Применение диода. Устройство и принцип действия триода. Характеристики и параметры триода. Электронно-лучевые приборы.	2
7	Тема 7	<i>Лекция 9</i> Газоразрядные индикаторные панели. Плазменные дисплеи и телевизионные экраны. Лампы дневного света. Лампа Теслы. Импульсный водородный тиратрон. Игнитрон.	2

Таблица 6 Практические занятия 5-го семестра

№ п.п.	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание практических занятий (ПЗ)	Трудо-ёмкость, час
1	2	3	4
Раздел 1 Электрический ток в вакууме			
1	Тема 1	<i>Пр 1, Пр2</i> Явление термоэлектронной эмиссии металлов.	4
		<i>Пр3</i> Эффект Шоттки.	2
		<i>Пр4</i> Явление термоэлектронной эмиссии оксидов.	2
2	Тема 2	<i>Пр 5</i> Автоэлектронная эмиссия.	2
		<i>Пр 6</i> Основные законы фотоэмиссии.	2
		<i>Пр7</i> Вторичная эмиссия	2
3	Тема 3	<i>Пр 8, Пр 9</i> Движение электронов в электрических и магнитных полях.	4
		<i>Пр 10</i> Формирование электронного пучка.	2
Раздел 2 Электрический ток в газах. Плазма.			
4	Тема 4	<i>Пр 11, Пр12</i> Физические свойства плазмы.	4
		<i>Пр 13</i> Закономерности электрических процессов, протекающих в плазме.	2
5	Тема 5	<i>Пр 14, Пр 15</i> Электрический ток в плазме. Виды газовых разрядов	4
Раздел 3 Электривакуумные и плазменные приборы			
6	Темы 6	<i>Пр 16</i> Ламповый диод.	2
		<i>Пр 17</i> Ламповый триод.	2
7	Тема 7	<i>Пр18</i> Плазменные приборы	2

Для проведения лабораторных работ отводится 18 часов -одно установочное занятие (продолжительностью 2 часа) и 4 занятия (продолжительностью по 4 часа каждое). На двух из них студенты выполняют работы, представленные в таблице 7, на двух других – защищают выполненные работы.

Таблица 7 Лабораторные работы 5-го семестра

№ п.п.	Тема/раздел учебной дисциплины	Наименование работы	Трудо-ёмкость, час
1		Установочное занятие	2
2	Тема 6	ЛР №1. Исследование электривакуумного триода.	4
3		ЛР №1. Защита.	4
4		ЛР №2. Исследование электривакуумного пентода.	4
5		ЛР №2. Защита.	4

4.3 6-й семестр

Трудоёмкость 5з.е.,180час.,экзамен.

Таблица 8 Структура учебной дисциплины в 6-м семестре

№ п/п	Название темы/раздела учебной дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, и их трудоемкость (в часах)				Ссылка на ПР УД	Формы текущего контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА								
Раздел 1 Физические свойства полупроводников								
1	Тема 1. Основные понятия твердотельной электроники.	1-3	2	8		12	31, 32, У1, У2, В1, В2	ПР (1, выдача тем) ДЗ1(2), Т1(6)
2	Тема 2. Электропроводность полупроводников.	3-4	2	4		8		ДЗ1(2), Т1(6)
3	Тема 3. Влияние внешних условий на свойства полупроводников.	5	2	2		8		ДЗ2(4), Т1(6)
4	Тема 4. Контактные явления.	6-7	2	6		8		
Раздел 2 Полупроводниковые приборы								
5	Тема 5. Полупроводниковые диоды	8-11	2	4	10	12	В2	ДЗ2(8), С(12), Т2(15)
6	Тема 6. Биполярные транзисторы и тиристоры	12-13	2	2	4	12		
7	Тема 7. Полевые транзисторы	14-15	2	2	4	12		
Раздел 3 Накопители электрической энергии								
8	Тема 8. Традиционные накопители электрической энергии	16	2	2		7		ПР (16-18, защита), С(17-18)
9	Тема 9. Перспективные накопители электрической энергии	17-18	2	6		6		
10	Итого:		18	34	18	85		
11	Экзамен – контроль 27 час.							

Сокращения в таблице:

С- семинар, остальные сокращения см. под таблицей 4.

4.3.1 Содержание 6-го семестра.

Содержание лекций, практических занятий и лабораторных работ 6-го семестра представлено в таблицах 9-11.

Таблица 9 Лекции 6-го семестра (трудоемкость – 18 час.)

№ п.п.	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость, час
1	2	3	4
Раздел 1 Физические свойства полупроводников			
1	Тема 1	<i>Лекции 1 Основные понятия твердотельной электроники.</i> Основные понятия зонной теории полупроводников. Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Вырожденные и невырожденные полупроводники. Концентрация носителей заряда в собственном и примесном полупроводниках в термодинамическом равновесии. Неравновесное состояние полупроводника.	2
2	Тема 2	<i>Лекция 2 Электропроводность полупроводников.</i> Процессы переноса носителей заряда в полупроводниках. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Влияние электрического поля на объемную и поверхностную электропроводность полупроводников. Температурные зависимости концентрации, подвижности и удельной электропроводности полупроводников. Возникновение объемных неустойчивостей.	2
3	Тема 3	<i>Лекция 3 Влияние внешних условий на свойства полупроводников.</i> Оптические и тепловые свойства полупроводников. Фотоэлектрические и термоэлектрические явления.	2
4	Тема 4	<i>Лекция 4 Контактные явления</i> Контакт полупроводников р и n типа. Образование р-n перехода. Физические процессы в р-n переходе при прямом и обратном смещении перехода. Контакт металл – полупроводник. Граница диэлектрик - полупроводник.	2
Раздел 2 Полупроводниковые приборы			
4	Тема 5	<i>Лекция 5 Полупроводниковые диоды. Выпрямительные диоды и стабилитроны.</i> Полупроводниковые приборы, основанные на использовании электрических свойств р - n переходов и контактов металл - полупроводник. Полупроводниковые выпрямительные диоды, основные параметры и характеристики, области применения. Принцип действия однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей.	2

Таблица9 (Продолжение)

1	2	3	4
6	Тема 6	<i>Лекция 6 Биполярные транзисторы.</i> Биполярные транзисторы: разновидности приборов, их принцип действия. Схемы включения транзисторов. Структура токов транзистора. Статические вольт-амперные характеристики для схем включения с ОЭ и ОБ. Электрические модели транзисторов, основные параметры, области применения.	2
7	Тема 7	<i>Лекция 7 Полевые транзисторы. Полевые транзисторы с управляющим р-п- переходом. МОП- транзисторы.</i> Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом, принцип действия, основные параметры и характеристики. Типы полевых транзисторов с изолированным затвором, принцип действия. Вольт-амперные характеристики МОП – транзисторов с встроенным и индуцированным каналом.	2
Раздел 3 Накопители электрической энергии			
8	Тема 8	<i>Лекция 8 Накопители электрической энергии.</i> Назначение накопителей (аккумуляторов) электрической энергии. Виды накопителей энергии. Физика и технические характеристики накопителей.	2
9	Тема 9	<i>Лекция 9 Перспективные накопители электрической энергии</i> Литий-ионные аккумуляторы и накопители энергии. Физика и технические характеристики. Преимущества литий-ионных аккумуляторов. Перспективы развития. Новые виды аккумуляторов.	2

Таблица 10 Практические занятия 6-го семестра

Таблица 10 (Продолжение)

1	2	3	4
Раздел 2 Полупроводниковые приборы			
5	Тема 5	<i>Пр11</i> Характеристики выпрямительных диодов.	2
		<i>Пр12</i> Характеристики стабилитронов.	2
6	Тема 6	<i>Пр13</i> Характеристики биполярных транзисторов.	2
7	Тема 7	<i>Пр14</i> Характеристики полевых транзисторов.	2
Раздел 3 Накопители электрической энергии			
8	Тема 8	<i>Пр15</i> *)Сравнительный обзор накопителей электрической энергии.	2
9	Тема 9	<i>Пр16</i> *)Современные накопители энергии.	2
		<i>Пр17</i> *)Особенности и преимущества литий-ионных аккумуляторов перед другими типами накопителей.	2
		<i>Пр18</i> *)Перспективные типы накопителей.	2

*)Занятие проводится в форме семинара с использованием разных презентаций.

Таблица 11 Лабораторные работы 6-го семестра (трудоёмкость – 16 час.)

№ п.п.	Тема/раздел учебной дисциплины	Содержание практических занятий (ПЗ)	Трудоёмкость, час
	2	3	4
Раздел 1 Физические свойства полупроводников			
1	Тема 1	<i>Пр1</i> Параметры зонной структуры полупроводников.	2
		<i>Пр2</i> Статистика электронов и дырок в полупроводниках.	2
		<i>Пр3</i> Концентрация носителей заряда в собственном полупроводнике.	2
		<i>Пр4</i> Концентрация носителей заряда в примесном полупроводнике.	2
2	Тема 2	<i>Пр5</i> Электропроводность полупроводников.	2
		<i>Пр6</i> Зависимости концентрации, подвижности и удельной электропроводности полупроводников от температуры.	2
3	Тема 3	<i>Пр7</i> Оптические и тепловые свойства полупроводников.	2
4	Тема 4	<i>Пр8, Пр9</i> Свойства и характеристики р-п перехода.	4
		<i>Пр10</i> Свойства контакта металл – полупроводник, диэлектрик - полупроводник.	2

Перед выполнением лабораторных работ проводится установочное занятие (продолжительностью 2 часа). Затем проводятся 4 занятия (продолжительностью по 4 часа каждое), на которых студенты выполняют 4 работы по индивидуальному графику.

Все работы выполняются виртуально в компьютерном классе с помощью программы “Multisim”. Перед выполнением работ лабораторного практикума студенты осваивают эту программу в компьютерном классе, а также самостоятельно на собственных средствах вычислительной техники. Результаты освоения программы проверяются преподавателем в компьютерном классе на установочном занятии.

п.п.	Тема/раздел учебной дисциплины	Наименование работы	Трудо-ёмкость, час
1		Установочное занятие	2
2	Тема 5	<i>ЛР №1</i> Исследование характеристик полупроводниковых диодов.	4
3		<i>ЛР №2</i> Исследование характеристик стабилитрона.	4
4	Тема 6	<i>ЛР №3</i> Исследование характеристик биполярного транзистора.	4
5	Тема 7	<i>ЛР №4</i> Исследование характеристик полевого транзистора.	4

5 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студента (СРС) по учебной дисциплине регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ». СРС включает в себя подготовку и проработку лекционного и практического материала с использованием рекомендуемой литературы (учебников, методических пособий и электронных источников), нахождение ответов на вопросы, заданные преподавателем на аудиторном занятии, подготовку к лабораторным работам, контрольным тестам, выполнение домашних заданий по графику и подготовку презентации на заданную тему.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов приведен в Приложении 1. Методические указания для студентов по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

6 Информационно-образовательные технологии

При реализации программы дисциплины ФОЭ используются современные образовательные технологии. Некоторые рекомендации для преподавателя по использованию информационно-образовательных технологий (ИОТ) содержатся в «Положении об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ».

Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических занятий и лабораторных работ. Лекции и практические занятия проводятся с использованием интерактивной доски. Темы курса представлены в виде набора презентаций/слайдов.

В течение семестра для студентов организуются консультации, на которых разбираются сложные теоретические вопросы, поясняются методы решения задач домашних заданий, принимаются задолженности по тестовым и другим работам и т.д.

7 Средства для контроля и оценки

Для оценки достижений студента в течении семестра используется балльно-рейтинговая система (Приложение 3).

Для целей промежуточной аттестации используется фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине, оформленный отдельным документом.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и другими информационными материалами. Её содержание представлено в локальной сети учебного заведения и находится в режиме свободного доступа для студентов. Доступ студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через компьютеры дисплейного класса (в стандартной комплектации).

8.1. Основная литература

- 8.1.1 Сушков А.Д. Вакуумная электроника: Физико-технические основы: учеб. пособие / А.Д. Сушков. – СПб.: Лань, 2004. - 464 с.: ил.
- 8.1.2 Аристов, А.В. Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения : учебно-методическое пособие / А.В. Аристов, В.П. Петрович. — Томск : ТПУ, 2015. — 100 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт].
— URL: <https://e.lanbook.com/book/82842>
- 8.1.3 Грошев, В.А. Физические основы электроники : методические указания / В.А. Грошев, А.С. Завгородний, Н.В. Осипова. — Москва : МИСИС, 2015. — 82 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт].
— URL: <https://e.lanbook.com/book/116648>

8.2. Дополнительная литература

- 8.2.1 Физические основы электроники : полевые приборы : лабораторный практикум : учебное пособие / С.И. Диденко, В.П. Астахов, Ф.М. Барышников, И.В. Борзых. — Москва : МИСИС, 2016. — 56 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93629>
- 8.2.2 Аксенов, А.И. Вакуумная и плазменная электроника : учебное пособие / А.И. Аксенов. — Москва : ТУСУР, 2012. — 19 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10869>
- 8.2.3 Щука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 1. Вакуумная и плазменная электроника : учебник для академического бакалавриата / А. А. Щука, А. С. Сигов ; под редакцией А. С. Сигова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 172 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01763-2. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/
- 8.2.4 Вакуумная электроника [Текст] / А. Н. Диденко [и др.]. - Москва : МГТУ.Ч.1. - [Б. м.], 2008. - 604 с. - (Электроника в техническом университете)

- 8.2.5 Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники : учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-1369-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5856>

8.3 Методическое обеспечение

- 8.3.1. Сборник задач и домашних заданий по курсу "Твердотельная электроника" для студентов дневной и вечерней формы обучения специальности 200400 "Промышленная электроника" -Новоуральск: НГТИ, 2004.-26с.
- 8.3.2. Методические указания по курсу "Твердотельная электроника" для студентов дневной и вечерней формы обучения специальности 200400 "Промышленная электроника"-Новоуральск: НГТИ, 2003.-16с.

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

9.1 Обеспечение лекционных и практических занятий:

- обычные аудитории,
- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук,),
- интерактивная доска.

9.2 Обеспечение лабораторных занятий:

- специализированная лаборатория кафедры промышленной электроники,
- необходимые инструменты, приборы, установки для проведения физического практикума,
- рабочие места в компьютерных классах, с установленной программой Multisim.

Перечень учебно-методического обеспечения СРС.

Учебно-методическое обеспечение СРС включает в себя следующие документы:

- Беляев А.Е. Стандарт организации СТО НТИ-2-2014. Требования к оформлению текстовой документации. -Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2014.- 147 с.
- методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся НТИ НИЯУ МИФИ.

Методические рекомендации по освоению дисциплины.

В работу по освоению курса “Физические основы электроники” входят следующие виды активности студентов:

- освоение теоретического курса (в аудитории и самостоятельно),
- подготовка к выполнению и выполнение лабораторных работ, оформление отчётов и их защита,
- подготовка к практическим занятиям и активное участие в них,
- выполнение домашних заданий по самостоятельному решению задач,
- подготовка презентации на одну из тем, предложенных преподавателем, и выступление с ней перед группой.

Теоретическая часть.

Для теоретической подготовки необходимо использовать разные источники: рекомендуемую учебную литературу, электронные образовательные ресурсы (ЭОР) и Интернет-ресурсы. Основа подготовки – конспект, который должен включать все основные закономерности, формулы, определения, графики. На лекции даются только основы курса. Поэтому студенту следует оставлять поля для своих вопросов, замечаний и дополнений, взятых из учебника или других источников. Работать с ЭОР можно в дисплейном классе или на ПК дома через Интернет. Освоение теоретического курса осуществляется также и в ходе подготовки к лабораторным, практическим занятиям.

Практические занятия.

Темы практических занятий объявляются преподавателями заранее, чтобы студенты имели возможность подготовиться к ним. Необходимо разобраться в теоретическом материале, используя уже перечисленные ранее ресурсы, в том числе и ЭОР.

Домашние задания.

Для выполнения домашнего задания по решению задач необходимо использовать учебные пособия, содержащие методику решения типовых задач и примеры решения. Защита задач производится на практических занятиях и в конце в конце. Выполненное домашнее задание и его защита оценивается преподавателем в баллах.

Лабораторные работы.

При подготовке к выполнению и защите лабораторных работ используются источники для теоретической подготовки, а также методические указания к лабораторным работам.

Для выполнения лабораторной работы предварительно нужно

- изучить методичку,
- определить цель выполнения работы,

- разобраться с ходом её выполнения,
- записать необходимые формулы для расчётов,
- зарисовать схему или составить чертёж установки
- подготовить таблицы.

После допуска студента преподавателем к работе выполняются измерения, результаты которых необходимо показать преподавателю.

отчёта, происходит защита работы, которая включает ответы на контрольные вопросы.

Выполненная работа и её защита оценивается преподавателем в баллах.

Презентация

Темы презентаций выдаются в начале семестра.

Предварительный вариант презентации в середине семестра пересылается студентом преподавателю для проверки и внесения замечаний. После исправления замечаний студент пересылает окончательный вариант презентации преподавателю для оценки.

Презентации защищаются студентами в аудитории перед группой. Презентация и её защита оценивается преподавателем в баллах.

Балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов

Для текущего и промежуточного контроля при изучении дисциплины «Физика» используется балльно-рейтинговая система.

Максимальное количество баллов:

- накапливаемых в течение семестра (текущий контроль) - 60;
- на зачёте или экзамене (промежуточный контроль) - 40;
- по результатам изучения семестрового курса физики - 100.

Примерное распределение максимальных рейтинговых баллов текущего контроля по различным видам учебной деятельности в 5-м и 6-м учебных семестрах приведено в таблицах ПЗ.1-ПЗ.2.

Таблица ПЗ.1 Значения рейтинговых баллов при текущем контроле в 5-м семестре

Виды учебной деятельности	П	А	ДЗ1	ДЗ2	ДЗ3	ЛР1	ЛР2	Пр	Т3	Т4	Итого
Максимальное количество баллов	4	4	8	8	8	7	7	8	3	3	60

Обозначения в таблице: П - посещаемость, А – активность, ДЗ – домашнее задание, ЛР – лабораторная работа, Т – контрольный тест, Пр – реферат.

Таблица ПЗ.2 Значения рейтинговых баллов при текущем контроле в четвёртом семестре

Виды учебной деятельности	П	А	ДЗ1	ДЗ2	ДЗ3	ЛР1	ЛР2	ЛР3	ЛР4	Пр	Т3	Т4	Итого
Максимальное количество баллов	4	4	6	6	6	5	5	5	5	8	3	3	60

В таблице ПЗ.3 приведено соответствие оценок традиционной шкалы и шкалы ECTS.

Оценка по 5 бальной шкале	Оценка на зачёте	ECTS		
		Сумма баллов по дисциплине	Оценка	Градация
5 (отлично)	Зачтено	90-100	A	Отлично
4 (хорошо)		85-89	B	Очень хорошо
		75-84	C	Хорошо
		70-74	D	Удовлетворительно
		65-69		
3 (удовлетворительно)		60-64	E	Посредственно
2 (неудовлетворительно)	Не зачтено	Ниже 60	F	Неудовлетворительно

Дополнения и изменения к рабочей программе:

на 20____/20____ уч.год
в рабочую программу вносятся следующие изменения:

1.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

« ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой ФМД _____

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

« ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой ФМД _____

Программа действительна

на 20 ____ /20 ____ уч.год _____ (заведующий кафедрой ФМД)

на 20 ____ /20 ____ уч.год _____ (заведующий кафедрой ФМД)

на 20 ____ /20 ____ уч.год _____ (заведующий кафедрой ФМД)