



Программу составил:

Козырев Петр Иванович, доцент, к.т.н.

*Должность, уч.ст., уч.звФИО полностьюподпись*

Рабочая программа дисциплины

Физические основы электроники

разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» апреля 2021 г. № 119 о.в.)

*Выпуск 3:*

*от 2 апреля 2021 г. № 119 о.в.*

Составлена на основании учебного плана 2024 года набора:

21.05.04 Горное дело, Электрические системы, машины и оборудование горных предприятий утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС» 28.06. 2024 г., протокол № 6.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

горного дела

*наименование кафедры*

Протокол от «13» июня 2024 г. № 13

Зав. кафедрой ГД

*подпись*

А.А. Казанцев

«13» июня 2024 г.

Руководитель ОПОП ВО

Зав. кафедрой ГД, к.т.н., доцент

*подпись*

А.А. Казанцев

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

**Цель дисциплины** – формирование знаний об электронных приборах, как элементах, управляющих различными электротехническими и электроэнергетическими объектами;

**Задачи дисциплины:**

1. дать широкую общую подготовку (базовые знания) для решения практических задач, связанных с применением электронных устройств;
2. научить пониманию принципа действия электронных приборов, устройств, машин;
3. ознакомить с новыми методами исследования с использованием электронных устройств;
4. научить обучающихся проводить технические испытания и эксперименты и оценивать результаты выполненной работы.

## 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)		Вариативная
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающихся</b>	
2.1.1	Математика1	
2.1.2	Математика2	
2.1.3	Математика3	
2.1.4	Физика 1	
2.1.5	Физика 2	
2.1.6	Физика3	
2.1.7	Информатика	
2.1.8	Электротехника	
2.2	<b>Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
2.2.1	Электрические машины и электропривод	
2.2.2	Промышленная электроника	
2.2.3	Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства	
2.2.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 1	
2.2.5	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 2	
2.2.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 3	
2.2.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 4	
2.2.8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защите и процедуру защиты.	

## 3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПК-8 способен и готов создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно строительных работ	
Знать:	З-1 Физические основы элементной базы электронной техники.
Уметь:	У-1 Анализировать физические процессы, происходящие в электронных приборах и схемах.
Владеть	Н-1 Решения творческих, исследовательских задач за счет самостоятельного изучения и проработки технической литературы.
ПК-7 способен создавать и эксплуатировать системы защиты и автоматики, электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий и их системы управления	
Знать:	З-1 Представление о структурах, принципах построения, областях применения и методах расчета основных электронных схем аналогового и цифрового действия.
Уметь:	У-1 Моделировать физические процессы, происходящие в электронных приборах и схемах.
Владеть:	Н-1 Методами расчета и выбора электронных устройств для оборудования горного производства.
ПК-2 Способен выполнять проектирование отдельных систем и узлов горных машин	
Знать:	З-1 Методы разработки технических заданий на изготовление новых и совершенствование существующих образцов электротехнических устройств с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений.
Уметь:	У-1 Разрабатывать технические задания на проектирование
Владеть:	Н-1 методами расчета и выбора электрических машины и электроаппаратуры, применяемых для целей управления и регулирования электроприводами.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	<b>Раздел 1. Элементы полупроводниковых приборов.</b>	<b>9</b>	<b>30</b>			
1.1	Задачи и содержание дисциплины. Основы физики полупроводников. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Прямое и обратное смещение р-п перехода. /лекция/	9	2	ПК-8 3-1 ПК-7 3-1	Л1.1, Л1.2 Л2.1 Л2.2	
1.2	Полупроводниковые диоды. Основные параметры полупроводниковых диодов. Вольт-амперная характеристика диодов. Пробой р-п перехода. Разновидности полупроводниковых диодов. /лекция/	9	2	ПК-8 3-1 ПК-7 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
1.3	Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Схемы включения транзистора (с общей базой, общим эмиттером, общим коллектором). Статические характеристики транзистора. /лекция/	9	2	ПК-8 3-1 ПК-7 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
1.4	Униполярные (полевые) транзисторы. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом: структура, принцип действия, характеристики. МОП-транзистор, принцип действия, разновидности структур (со встроенным и с индукционным каналом), их характеристики. / лекция/	9	2	ПК-8 3-1 ПК-7 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
1.5	Силовые полупроводниковые приборы. Устройство и принцип действия динистора и тиристора, основные характеристики. Симисторы. Биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT-транзистор). /лекция/	9	2	ПК-8 3-1 ПК-7 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
1.6	Классификация и система обозначения биполярных транзисторов. /практика/	9	2	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
1.7	Графический анализ схем с биполярными транзисторами. Анализ схем с использованием эквивалентных схем биполярного транзистора. /практика/	9	4	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
1.8	Расчет биполярного транзистора в режиме усиления постоянного тока. /практика/	9	4	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
1.9	Расчет биполярного транзистора включенного по схеме с общим эмиттером и с общей базой используя Т-образную схему замещения. /практика/	9	4	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
1.10	Расчет биполярного транзистора по известным h-параметрам для схем с общим эмиттером и с общей базой. /практика/	9	2	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
1.11	Определение параметров полевого транзистора. Расчет крутизны характеристики МДП-транзистора с	9	2	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	

	каналом n типа. /практика/					
1.12	Расчет параметров диодов, выбор диодов для различных схем выпрямления. /практика/	9	2	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Электронные усилители</b>	<b>9</b>	<b>16</b>			
2.1	Назначение и классификация усилителей. Динамические характеристики усилителей. Принцип работы усилителя. Определение рабочей точки. Режимы работы усилителя. Стабилизация положения рабочей точки усилителя. Типовая схема однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе, включенного по схеме с ОЭ. Эмиттерный повторитель. / лекция/	9	2	ПК-8 3-1 ПК-7 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
2.2	Операционные усилители и их основные характеристики. Дифференциальные усилители. Основные схемы включения операционных усилителей: инвертирующий усилитель; неинвертирующий усилитель; суммирующий усилитель; интегратор; дифференциатор и их характеристики. / лекция/	9	2	ПК-8 3-1 ПК-7 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
2.3	Расчет графо-аналитическим методом однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе по переменному току в режиме А, включенного по схеме с ОЭ. /практика/	9	4	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
2.4	Расчет графо-аналитическим методом однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе по постоянному току, включенного по схеме с ОЭ. /практика/	9	2	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
2.5	Классификация операционных усилителей. Расчет параметров частотонезависимой схемы операционного усилителя /практика/	9	2	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
2.6	Расчет параметров частотозависимой схемы операционного усилителя /практика/	9	2	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
2.7	Расчет импульсных устройств и генераторов на основе операционных усилителей /практика/	9	2	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1 Л2.2 Л3.1	
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Основы цифровой техники</b>	<b>9</b>	<b>8</b>			
3.1	Основные логические функции (И, ИЛИ, НЕ) и способы их аппаратной реализации. Логические элементы (И-НЕ, ИЛИ-НЕ) и их особенности. Базовый элемент И-НЕ серии ТТЛ. Базовый элемент И - НЕ на КМОП. /лекция/	9	2	ПК-8 3-1 ПК-7 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
3.2	Интегральные триггеры, назначение, классификация, логические схемы, таблицы состояний. Счетчики импульсов, их назначение, принцип действия, логические схемы, временные диаграммы. Классификация счетчиков. Десятичный счетчик. /лекция/	9	2	ПК-8 3-1 ПК-7 3-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
3.4	Построение десятичного счетчика на базе триггеров различного типа.	9	4	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1	Л2.1 Л2.2	

	/практика/			ПК-2 Н-1	Л3.1	
4	<b>Самостоятельная работа студента</b>	<b>9</b>	<b>54</b>			
4.1	Подготовка к защите практических работ Раздела 1.	9	20	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1, Л2.2 Л3.1	
4.2	Подготовка к защите практических работ Раздела 2.	9	10	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1, Л2.2 Л3.1	
4.3	Подготовка к защите практических работ Раздела 3.	9	6	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1, Л2.2 Л3.1	
4.4	Выполнение и защита контрольной работы на тему "Расчет усилительного каскада с на основе биполярного транзистора с общим эмиттером" согласно выбранного варианта.	9	8	ПК-8 Н-1 ПК-7 Н-1 ПК-2 Н-1	Л2.1, Л2.2, Л3.2	
4.5	Выполнение и подготовка к защите реферата №1	9	5	ПК-8 3-1, У-1 ПК-7 3-1, У-1 ПК-2 3-1, У-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	
4.6	Выполнение и подготовка к защите реферата №2.	9	5	ПК-8 3-1, У-1 ПК-7 3-1, У-1 ПК-2 3-1, У-1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	

<b>5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
<b>Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей аттестации по итогам изучения дисциплины (ПК-8 3-1, ПК-7 3-1, ПК-2 3-1)</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Собственная и примесная электропроводность полупроводника;</li> <li>2. Диффузия и дрейф носителей заряда.</li> <li>3. Механизм образования электронно-дырочного перехода;</li> <li>4. Влияние внешнего напряжения на высоту потенциального барьера?</li> <li>5. Вольт-амперная характеристика p-n перехода;</li> <li>6. Механизм лавинного пробоя;</li> <li>7. Режимы работы биполярного транзистора;</li> <li>8. Схемы включения биполярного транзистора;</li> <li>9. Свойства входных и выходных характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером;</li> <li>10. Влияние температуры на характеристики транзистора?</li> <li>11. Режимы работы усилительных каскадов;</li> <li>12. Дифференциальный каскад усиления;</li> <li>13. Разновидности полевых транзисторов;</li> <li>14. Структура МОП-транзистора с индуцированным и со встроенным каналом?</li> <li>15. Устройство биполярного транзистора с изолированным затвором;</li> <li>16. Преимущества IGBT-транзистор перед биполярным и полевым?</li> <li>17. Разновидности тиристоров.</li> <li>18. Способы перевода тиристора из открытого состояния в закрытое.</li> <li>19. Структура и принцип действия симметричных тиристоров.</li> <li>20. Назначение, классификация и основные параметры усилителей;</li> <li>21. Операционный усилитель (ОУ). Идеальный усилитель и его свойства;</li> <li>22. Инвертирующий и неинвертирующий ОУ;</li> <li>23. Суммирующий, интегрирующий и дифференцирующий ОУ;</li> <li>24. Логические элементы И, И-НЕ, ИЛИ, ИЛИ-НЕ;</li> <li>35. Разновидности триггеров (RS, T, D, JK);</li> </ol>	
<b>Вопросы для проверки умений и навыков:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. назовите основные группы полупроводниковых приборов (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)</li> <li>2. как различают диоды по функциональному назначению (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)</li> <li>3. запишите выражение идеализированной вольт-амперной характеристики диода (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)</li> <li>4. нарисуйте вольт-амперные характеристики германиевого и кремниевого диодов (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)</li> <li>5. охарактеризуйте выпрямительные диоды (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)</li> <li>6. приведите параметры выпрямительных диодов и их типовые значения (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)</li> <li>7. нарисуйте вольт-амперную характеристику стабилитрона, его условное обозначение и включение в схему стабилизации напряжения (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)</li> <li>8. приведите основные параметры стабилитронов и их типовые значения (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)</li> <li>9. каково устройство биполярного транзистора и как называются его выводы? (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)</li> </ol>	

10. приведите схематическое, упрощенное изображение структуры р-п-р и п-р-п типов, а также варианты их условного графического обозначения (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)
11. изобразите схемы включения транзистора: ОБ (общей базой), ОЭ (общим эмиттером), ОК (общим коллектором) (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)
12. как осуществляется температурная стабилизация усилительных каскадов? (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)
13. какие элементы в схемах усилительных каскадов влияют на температурную стабилизацию? (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)
14. как производится расчет усилительных каскадов по постоянному току? (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)
15. объясните назначение конденсатора  $C_3$  в схеме с ОЭ (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)
16. объясните работу сумматора на ОУ (операционном усилителе) (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)
17. логические функции И, И-НЕ, ИЛИ, ИЛИ-НЕ (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)
18. триггеры, RS-триггер, Т-триггер, D-триггер, JK-триггер (ПК-8 У-1, ПК-7 У-1, ПК-2 Н-1)

#### Темы для рефератов:

1. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
2. Разновидности полупроводниковых диодов и их характеристики.
3. Биполярные транзисторы, схемы включения и их основные характеристики.
4. Полевые транзисторы, их разновидности и основные характеристики.
5. Биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT-транзистор).
6. Типовая схема однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе, включенного по схеме с ОЭ.
7. Основные схемы включения операционных усилителей.
8. Базовый логический элемент И - НЕ серии ТТЛ и базовый элемент И - НЕ на КМОП.
9. Устройство и принцип действия десятичного счетчика.
10. Устройство и принцип действия аналогово-цифрового преобразователя (АЦП).
11. Устройство и принцип действия цифро-аналогового преобразователя (ЦАП).

#### Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Контрольная работа "Расчет усилительного каскада на основе биполярного транзистора с общим эмиттером".  
 Реферат №1  
 Реферат №2

#### Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Экзамен не предусмотрен

#### Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)

- Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: зачет в 7 семестре.
- Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости – балльно-рейтинговая:
  - посещение занятий = 0,5 балла за одно занятие (всего 27 занятий), итого не более 14 баллов;
  - выполнение практических работ – по 2 балла за каждую практическую работу, итого не более 36 баллов.
  - выполнение Контрольной работы - 20
  - Подготовка и защита реферата №1 - 15
  - подготовка и защита реферата №2 - 15
 ИТОГО: не более 100 баллов в семестре.
- Условие получения зачета по дисциплине - наличие не менее 60 баллов семестровой работы

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	А.Д. Бялик А.В. Каменская	Физические основы электроники	Университетская библиотека ONLINE <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=573766">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=573766</a>	Новосибирск НГТУ, 2017. 92с., таб. сх. ISBN 978-5-9729-0346-7
Л 1.2	Ю.С. Забродин	Промышленная электроника	ГФ НИТУ «МИСиС»	М.: Выс. шк. 2012.- 496с.: ил.

#### 6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	В.В. Соловьёв	Полупроводниковая электроника / пер. с английского	Университетская библиотека ONLINE <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=565714">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=565714</a>	Москва: ДМК Пресс, 2015 = 592с.: ил., таб. сх. ISBN 978-5-97060-312-3
Л 2.2	С.В. Дорогой	Физические основы	Университетская	Новосибирск

		электроники : учебно-методическое пособие	библиотека ONLINE <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=573768">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=573768</a>	НГТУ, 2019. 50с., таб. граф.ил. ISBN 978-5-7782-3994-4
<b>6.1.3 Методические материалы</b>				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	Козырев П.И.	Физические основы электроники: Методические указания к выполнению практических работ	ГФ НИТУ «МИСИС»	ГФ НИТУ «МИСИС», 2024
Л 3.2	Козырев П.И.	Физические основы электроники: Методические указания к выполнению контрольной работы	ГФ НИТУ «МИСИС»	ГФ НИТУ «МИСИС», 2024
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э 1	<a href="http://www.google.ru">www.google.ru</a>			
Э 2				
<b>6.3. Перечень программного обеспечения</b>				
П 1	Office Professional Plus 2016			
П 2	WINHOM 10 RUS			
П 3				

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)</b>	
7.1	<p>Ауд. 217. Лекционная аудитория. Ауд.217. Аудитория для проведения практических работ. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мультимедийная доска ACTIVboard 387Pro</li> <li>2. системный блок и монитор;</li> <li>3. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест.</li> </ol> <p>Программное обеспечение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– WINHOME 10 RUS OLP NL Acdmc Legalization GetGen;</li> <li>– Office Professional Plus 2016 RUS OLP NL Acdmc</li> </ul>

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<p>Учебная работа студентов по изучению дисциплины базируется на аудиторных и внеаудиторных занятиях. Аудиторные занятия состоят из лекций и практических занятий, которые проводятся по расписанию. Внеаудиторная (самостоятельная) работа предусматривает изучение теоретических основ дисциплины по учебникам и научно-технической литературе.</p> <p>В программе дисциплины приведено наименование и содержание тем, подлежащих изучению. Темы дисциплины, которые студенты должны изучить самостоятельно, указаны в разделе «Самостоятельная работа».</p> <p>Знания, умения и навыки, приобретенные студентами на лекциях, практических занятиях и самостоятельно, преподаватель контролирует на практических занятиях.</p>	