



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

Направление подготовки (специальность)
15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

| | |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт энергетики и автоматизированных систем |
| Кафедра | Автоматизированного электропривода и мехатроники |
| Курс | 3 |

Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 17.08.2020 г. № 1046)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники

26.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АЭПиМ

 М.В. Буланов

Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО «ММК» по электроприводу, канд. техн. наук

 А.Ю. Юдин



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Физические основы электроники» является формирование у студентов теоретической базы по вопросам строения основных компонентов электронных устройств, их характеристик и принципов функционирования.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физические основы электроники входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Электротехника и электроника

Введение в направление

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем

Электрические и электронные аппараты

Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем

Основы мехатроники и робототехники

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физические основы электроники» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|---|
| ПК-3 | Способность разрабатывать простые узлы и блоки мехатронных систем, включающих электроприводы, гидроприводы и пневмоприводы |
| ПК-3.1 | Решает стандартные профессиональные задачи по разработке простых узлов и блоков мехатронных систем, включающих электроприводы, гидроприводы и пневмоприводы |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,9 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 88,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

| Раздел/ тема дисциплины | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|---|------|--|------------|-------------|---------------------------------|--|---|-----------------|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Введение | | | | | | | | |
| 1.1 Полупроводники и их свойства. | 3 | 0,25 | | | 8,4 | Прочтение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. | Устный опрос (собеседование). | ПК-3.1 |
| Итого по разделу | | 0,25 | | | 8,4 | | | |
| 2. Полупроводниковые диоды и их разновидности | | | | | | | | |
| 2.1 Классификация диодов и их обозначения. Выпрямительные диоды (особенности кремниевых и германиевых диодов, диоды на основе барьера | 3 | 0,25 | 1 | | 10 | Прочтение лекционного материала. | Устный опрос (собеседование). | ПК-3.1 |
| Итого по разделу | | 0,25 | 1 | | 10 | | | |
| 3. Биполярные транзисторы | | | | | | | | |
| 3.1 Структура и основные режимы биполярных транзисторов. Принцип работы транзистора как усилительного элемента. Основные схемы | 3 | 0,25 | 0,25/0,25И | | 5 | Прочтение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе. | Устный опрос (собеседование). | ПК-3.1 |

| | | | | | | | | |
|---|---|------|------------|--|----|----------------------------------|-------------------------------|--------|
| 3.2 Токи в структуре транзистора и их взаимосвязь. Распределение носителей в структуре транзистора в различных режимах, особенности инверсного включения и режима насыщения. Физические параметры транзистора и схемы замещения на их основе. Факторы, влияющие на усилительные свойства транзистора. Системы дифференциальных параметров | | 0,25 | 0,25/0,25И | | 5 | Прочтение лекционного материала. | Устный опрос (собеседование). | ПК-3.1 |
| 3.3 Статические характеристики транзистора в схеме включения с общей базой и с общим эмиттером. Пробой | | 0,25 | 0,25/0,25И | | 5 | Прочтение лекционного материала. | Устный опрос (собеседование). | ПК-3.1 |
| 3.4 Динамические свойства биполярных транзисторов. Частотные характеристики транзисторов в схемах включения с общей базой и с общим эмиттером. Моделирование транзисторов. Классификация и | | 0,25 | 0,25/0,25И | | 5 | Прочтение лекционного материала. | Устный опрос (собеседование). | ПК-3.1 |
| Итого по разделу | 1 | | 1/И | | 20 | | | |
| 4. Силовые полупроводниковые приборы | | | | | | | | |
| 4.1 Тиристоры: область применения и разновидности тиристоров; структура, свойства и основные параметры; принцип действия, процесс включения на примере транзисторной модели; динамические процессы в тиристорах; критические скорости нарастания анодного тока и напряжения (эффект du/dt). Симметричные | 3 | 0,25 | 1/0,25И | | 15 | Прочтение лекционного материала. | Устный опрос (собеседование). | ПК-3.1 |
| Итого по разделу | | 0,25 | 1/0,25И | | 15 | | | |
| 5. Полевые полупроводниковые приборы | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|------|---------|--|------|----------------------------------|-------------------------------|--------|
| 5.1 Классификация полевых транзисторов. Принцип работы и характеристики полевых транзисторов с управляющим р-n – переходом (р-n – затвором). Принцип работы, характеристики и параметры МДП-транзисторов. | 3 | 0,25 | 1/0,75И | | 15 | Прочтение лекционного материала. | Устный опрос (собеседование). | ПК-3.1 |
| Итого по разделу | | 0,25 | 1/0,75И | | 15 | | | |
| 6. Полупроводниковые излучатели и фотоприемники | | | | | | | | |
| 6.1 Физические основы работы полупроводниковых излучателей и основные параметры излучения. Светодиоды: основные характеристики и параметры. Полупроводниковые лазеры: особенности структуры, принцип работы и | 3 | 1 | | | 10 | Прочтение лекционного материала. | Устный опрос (собеседование). | ПК-3.1 |
| 6.2 Физические процессы в полупроводниковых фотоприемниках. Фотоэффект в р-n – переходе. Характеристики и режимы работы фотодиодов. Принцип работы и характеристики фототранзисторов. Фототиристоры. | | 1 | | | 10 | Прочтение лекционного материала. | Устный опрос (собеседование). | ПК-3.1 |
| Итого по разделу | | 2 | | | 20 | | | |
| 7. Экзамен | | | | | | | | |
| 7.1 Подготовка и сдача экзамена | 3 | | | | | Подготовка к экзамену | - экзамен. | ПК-3.1 |
| Итого по разделу | | | | | | | | |
| Итого за семестр | | 4 | 4/2И | | 88,4 | | экзамен | |
| Итого по дисциплине | | 4 | 4/2И | | 88,4 | | экзамен | |

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Физические основы электроники» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят в традиционной форме и в форме лекций-консультаций. На лекциях-консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При выполнении лабораторных работ студенты учатся практическим навыками проектирования и моделирования устройств, рассмотренных на лекционных занятиях. При защите лабораторных работ перед студентами ставятся задачи, требующие логического мышления, принципа обобщения и сопоставления.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на лабораторных занятиях, при подготовке к итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Агеев И. М., Физические основы электроники и нанoeлектроники: учебное пособие / Агеев И. М. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 324 с. - Текст : электронный // ЭБС "Лань" : [сайт]. - URL : <https://e.lanbook.com/book/131007>

2. Водовозов, А.М. Основы электроники : учеб. пособие / А.М. Водовозов. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 140 с. - I - Текст : электронный // ЭБС "Znanium.com" : [сайт]. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/1053394>

б) Дополнительная литература:

1. Диденко С.И., Физические основы электроники : полевые приборы : лабораторный практикум / Диденко С.И., Астахов В.П., Барышников Ф.М., Борзых И.В. - М. : МИСиС, 2016. - 56 с. - Текст : электронный // ЭБС "Лань" : [сайт]. - URL : <https://e.lanbook.com/book/93629>

2. Сидоренко, Е. Н. Полупроводниковая электроника : учебное пособие по специальному лабораторному практикуму «Электроника» / Е. Н. Сидоренко, А. С. Махно, А. В. Шлома ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. - 112 с. - ЭБС "Znanium.com" : [сайт]. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/1088153>

3. Новожилов, О. П. Электротехника и электроника : учебник для бакалавров / О. П. Новожилов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 653 с. — (Бакалавр. Академический курс). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/425261>

в) Методические указания:

1. Аристов А.В., Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения / Аристов А.В., Петрович В.П. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. - 100 с, - Текст : электронный // ЭБС "Znanium.com" : [сайт]. - URL : <https://znanium.com/catalog/document?id=218066>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|--|-------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| 7Zip | свободно | бессрочно |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| NI MultiSim Education | К-68-08 от 29.05.2008 | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|--|
| Электронная база периодических изданий East View Information | https://dlib.eastview.com/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным | URL: http://window.edu.ru/ |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
|---|--|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ | Персональные компьютеры с установленной средой разработки и моделирования National Instruments Multisim, средой разработки Qt Creator, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся | Персональные компьютеры с установленной средой разработки и моделирования National Instruments Multisim, средой разработки Qt Creator, пакетом ПО Microsoft Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |

Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Физические основы электроники» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает ответы на вопросы на лабораторных занятиях при защите работ.

Примерные вопросы для защиты лабораторных работ и экзамена:

1. Что такое полупроводник? Какие свойства характерны для полупроводников? Какие полупроводниковые материалы наиболее часто применяются в электронике?
2. Электронно-дырочный переход (р-п-переход). Механизм образования. Свойства при прямом и обратном включении. Вольтамперная характеристика.
3. Объясните физическую сущность и процессы пробоя р-п-перехода.
4. Полупроводниковый диод: назначение, классификация, структура, обозначение.
5. Основные справочные характеристики. Статические и динамические характеристики диодов. Влияние емкости р-п-перехода на выпрямительные свойства диода.
6. Одно- и двухполупериодные схемы выпрямителей переменного тока. Принцип действия, основные характеристики. Сравнительный анализ схем.
7. Спроектируйте двухполупериодную мостовую схему выпрямления для входного напряжения $\sim 220\text{В}$, выходного 20В . Объясните выбор элементов схемы.
8. Полупроводниковый стабилитрон: назначение, принцип действия, обозначение. Вольтамперная характеристика. Основные справочные параметры.
9. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Общие сведения: назначение, типы, структура, обозначение. Основные режимы работы.
10. Приведите три основные схемы включения биполярного транзистора. Объясните их характеристики и различия.
11. Спроектируйте схему усиления на биполярном транзисторе. Объясните назначение элементов схемы.
12. Что такое частотная характеристика усилителя? Как меняется коэффициент усиления в зависимости от частоты?
13. Почему схема с общим эмиттером инвертирует входной сигнал?
14. Основные справочные параметры и вольтамперные характеристики биполярного транзистора включенного по схеме с общим эмиттером.
15. Поясните назначение и принцип действия отрицательной обратной связи по току в схеме с общим эмиттером.

16. Полупроводниковый тиристор. Структура и обозначение. Устройство и принцип действия. Основные справочные параметры. Вольтамперная характеристика тиристора.
17. Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом. Устройство и принцип действия. Основные справочные параметры. Входные и выходные вольтамперные характеристики.
18. МДП-транзистор с индуцированным каналом. Устройство и принцип действия. Основные справочные параметры. Входные и выходные вольтамперные характеристики.
19. МДП-транзистор со встроенным каналом. Устройство и принцип действия. Основные справочные параметры. Входные и выходные вольтамперные характеристики.
20. Объясните устройство, принцип действия и сферу применения полевого транзистора с плавающим затвором.
21. Физические основы работы полупроводниковых излучателей и основные параметры излучения.
22. Светодиоды: основные характеристики и параметры.
23. Что такое оптопара? Как устроена и где она применяется? Приведите условное обозначение.
24. Полупроводниковые лазеры: особенности структуры, принцип работы и характеристики.
25. Физические процессы в полупроводниковых фотоприемниках.
26. Фотоэффект в р-п – переходе. Характеристики и режимы работы фотодиодов.
27. Принцип работы и характеристики фототранзисторов. Фототиристоры.

Приложение 2

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|---|--|--|
| ПК-3: <i>Способность разрабатывать простые узлы и блоки мехатронных систем, включающих электроприводы, гидроприводы и пневмоприводы</i> | | |
| ПК-3.1 | Решает стандартные задачи по разработке простых узлов и блоков мехатронных систем, включающих электроприводы, гидроприводы и пневмоприводы | <p>Контрольные вопросы для подготовки к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полупроводниковый тиристор. Структура и обозначение. Устройство и принцип действия. Основные справочные параметры. Вольтамперная характеристика тиристора. 2. Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом. Устройство и принцип действия. Основные справочные параметры. Входные и выходные вольтамперные характеристики. 3. МДП-транзистор с индуцированным каналом. Устройство и принцип действия. Основные справочные параметры. Входные и выходные вольтамперные характеристики. 4. МДП-транзистор со встроенным каналом. Устройство и принцип действия. Основные справочные параметры. Входные и выходные вольтамперные характеристики. 5. Физические основы работы полупроводниковых излучателей и основные параметры излучения. 6. Спроектируйте двухполупериодную мостовую схему выпрямления для входного напряжение $\sim 220\text{В}$, выходного 20В. Объясните выбор элементов схемы. 7. Полупроводниковые лазеры: особенности структуры, принцип работы и характеристики. 8. Физические процессы в полупроводниковых фотоприемниках. 9. Фотоэффект в р-п – переходе. Характеристики и режимы работы фотодиодов. 10. Принцип работы и характеристики фототранзисторов. Фототиристоры. 11. Оптоэлектронные пары. Разновидности и основные характеристики 12. Силовые транзисторы (типы силовых транзисторов их основные особенности, структура IGBT- транзистора, его ВАХ, статические и динамические параметры). 13. Двухполупериодные выпрямители, мостовая схема и схема с нулевой точкой (работа на активную нагрузку, работа с ёмкостным фильтром). 14. Эмиттерный повторитель как усилитель мощности (принципиальная схема, основные |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|----------------------------------|---|
| | | соотношения). 15. Тиристоры, симисторы, динисторы (ВАХ, статические и динамические параметры). 16. Биполярный транзистор (структура, ВАХ, режимы работы). 17. Полевые транзисторы JFET (структура, ВАХ, режимы работы). 18. Биполярный транзистор в схеме с общим эмиттером (принципиальная схема, основные соотношения). 19. Управляемые выпрямители на основе тиристоров. Назначение RC-цепочек. 20. Полевые транзисторы с изолированным затвором (MOSFET) со встроенным и индуцированным каналом (структура, ВАХ, режимы работы). 21. Диоды, стабилитроны (структура, ВАХ, режимы работы). 22. Биполярный транзистор в схеме с общей базой (принципиальная схема, основные соотношения). 23. Силовые транзисторы (типы силовых транзисторов их основные особенности, структура IGBT- транзистора, его ВАХ, статические и динамические параметры). |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физические основы электроники» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.