



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



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
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2024 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
25.01.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой М.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук

Буланов

М.В.

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 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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 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 2028 - 2029 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 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 57,2 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 51,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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.	5	2				Прочтение лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе.	Устный опрос (собеседование).	ПК-3.1
Итого по разделу		2						
2. Полупроводниковые диоды и их разновидности								
2.1 Классификация диодов и их обозначения. Выпрямительные диоды (особенности кремниевых и германиевых диодов, диоды на основе барьера Шоттки). Стабилитроны и стабилитроны.	5	2	10		10	Прочтение лекционного материала.	Устный опрос (собеседование).	ПК-3.1
Итого по разделу		2	10		10			
3. Биполярные транзисторы								
3.1 Структура и основные режимы биполярных транзисторов. Принцип работы транзистора как усилительного элемента. Основные схемы включения и их свойства.	5	1	2		4	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 транзисторов.	1	2		2	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 транзистора.	1	2		2	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 система условных обозначений.	1	2		2	Прочтение лекционного материала.	Устный опрос (собеседование).	ПК-3.1
Итого по разделу	4	8		10			
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 тиристоры (симисторы).	5	4	10	6	Прочтение лекционного материала.	Устный опрос (собеседование).	ПК-3.1
Итого по разделу	4	10		6			
5. Полевые полупроводниковые приборы							

5.1 Классификация полевых транзисторов. Принцип работы и характеристики полевых транзисторов с управляющим р-п – переходом (р-п – затвором). Принцип работы, характеристики и параметры МДП-транзисторов.	5	4	8		7	Прочтение лекционного материала.	Устный опрос (собеседование).	ПК-3.1
Итого по разделу		4	8		7			
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 характеристики.	5	1			10,1	Прочтение лекционного материала.	Устный опрос (собеседование).	ПК-3.1
6.2 Физические процессы в полупроводниковых фотоприемниках. Фотоэффект в р-п – переходе. Характеристики и режимы работы фотодиодов. Принцип работы и характеристики фототранзисторов. Фототиристоры. Оптоэлектронные пары. Разновидности и основные характеристики.		1			8	Прочтение лекционного материала.	Устный опрос (собеседование).	ПК-3.1
Итого по разделу		2			18,1			
7. Экзамен								
7.1 Подготовка и сдача экзамена	5					Подготовка к экзамену	- экзамен.	ПК-3.1
Итого по разделу								
Итого за семестр		18	36		51,1		экзамен	
Итого по дисциплине		18	36		51,1		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>

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
-----------------	------------	------------------------

7Zip	свободно распространяемое ПО	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 Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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	<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 соотношения).

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		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.