



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)**

***ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА***

Направление подготовки (специальность)  
11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Программирование и электроника информационных систем

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

10.02.2021 г. протокол № 6

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  С.И. Лукьянов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_  В.Р. Храшкин

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЭиМЭ, д-р техн. наук \_\_\_\_\_  М.Ю. Петушков

Рецензент:

директор СЦ ООО ТЕХНОАП Инжиниринг , канд. техн. наук

\_\_\_\_\_  Е.С. Суспицын

## Лист актуализации рабочей программы

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

### 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями курса «Энергетическая электроника» являются:

- изучение свойств и характеристик различных видов преобразователей электрической энергии постоянного тока;
- изучение теоретически обоснованных общих методов практического выбора, расчета и управления преобразователей, используемых в различных областях современного автоматизированного производства;
- изучение особенностей эксплуатации и сервисного обслуживания преобразователей.
- изучение особенностей эксплуатации и сервисного обслуживания преобразователей.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Энергетическая электроника входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения курсов «Физические основы электроники», «Теоретические основы электроники», «Электрические машины», «Схемотехника», «Основы преобразовательной техники».

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Энергетическая электроника» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-5	Способен организовать профилактическую работу электронного оборудования
ПК-5.1	Разрабатывает мероприятия по планированию порядка и последовательности проведения профилактических работ на электронном оборудовании
ПК-5.2	Контролирует полноту и качество проведения профилактических работ на электронном оборудовании

### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 39,05 акад. часов;
- аудиторная – 38 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,05 акад. часов;
- самостоятельная работа – 68,95 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ								
1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ. Основы расчета	7	2				Изучение презентаций по теме	Устный опрос	
Итого по разделу		2						
2. ОДНОТАКТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ								
2.1 ОДНОТАКТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	7	6	6/4И		20	Изучение презентаций по теме	Отчет по лабораторной работе	ПК-5.1, ПК-5.2
Итого по разделу		6	6/4И		20			
3. Двухтактные преобразователи								
3.1 Двухтактные преобразователи с трансформаторным разделением цепей (типа 2р). Простейшие схемы	7	2	2/2И		20	Изучение презентаций по теме	Отчет по лабораторной работе	ПК-5.1, ПК-5.2
Итого по разделу		2	2/2И		20			
4. ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК								
4.1 Автономный ключевой стабилизатор мощностью 2,8 квт с двухтактным шим-преобразователем постоянного напряжения	7	2			5	Изучение презентаций по теме	Устный опрос	ПК-5.1
4.2 Стабилизирующий ОПНП		2	2/2И		5	Изучение презентаций по теме	Устный опрос	ПК-5.2
4.3 Стабилизирующий ИВЕР		2	2/2И		5	Изучение презентаций по теме	Отчет по лабораторной работе	ПК-5.2

4.4 Сравнение схемы источника питания, работающего в непрерывном и прерывистом режимах		1	2/2И			Изучение презентаций по теме	Устный опрос	ПК-5.1
4.5 Особенности работы обратноходовых преобразователей		1	2/2И			Изучение презентаций по теме	Устный опрос	ПК-5.1, ПК-5.2
Итого по разделу		8	8/8И		15			
5. Понимание техники шума и его влияние на преобразователь								
5.1 Понимание техники шума и его влияние на преобразователь	7	1	3		13,95	Изучение презентаций по теме	Устный опрос	ПК-5.1, ПК-5.2
Итого по разделу		1	3		13,95			
Итого за семестр		19	19/14И		68,95		зао	
Итого по дисциплине		19	19/14И		68,95		зачет с оценкой	

## **5 Образовательные технологии**

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала.
- организация дискуссий по теме «Выбор программного обеспечения»;

В ходе проведения всех занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и контрольной работы.

В рамках интерактивного обучения применяются it-методы (использование сетевых мультимедийных учебников разработчиков программного обеспечения, электронных образовательных ресурсов по данной дисциплине, в том числе и эор кафедры); совместная работа в малых группах (2-3 студента)

## **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. Петушков М.Ю. Преобразователи постоянного напряжения: учебное пособие для вузов\ 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 179с.
2. Фролов, В. Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink : учебное пособие / В. Я. Фролов, В. В. Смородинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-2583-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/106890/#1> (дата обращения: 1.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Силовая электроника : учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Ряб-чицкий, А.А. Кваснюк - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01023-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010235.html> (дата обращения: 1.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**б) Дополнительная литература:**

1. Силовая электроника: учебное пособие / А.В. Родыгин. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-3289-1. Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232891> (дата обращения: 1.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

1. Петушков М.Ю., Автономные преобразователи.: практикум/ Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им.Г.И.Носова, 2021. 51с.. – текст: непосредственный
2. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Исследование статических характеристик тиристорных преобразователей. Метод. разработка по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. - Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
3. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Устройства фазового управления тиристорами. Метод. разработка по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
4. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Особенности фазового регулирования переменного напряжения. Метод. указания к лаб.раб. по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. - Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
5. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Исследование тиристорного преобразователя в переходном процессе. Метод. указания к лаб.раб. по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
6. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов специальности 210100. Петушков М.Ю.,Валяева А.М., Завьялов Е.А. Изд-во Магнитогорск. гос.техн.ун-та им. Г.И.Носова, 2014. 42с. – текст: непосредственный.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Силовая электроника. <http://www.power-e.ru/>
2. Силовая преобразовательная техника  
. <http://www.mega-press.ru/item.132455.html>

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Windows 7	Д-1227 от 8.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017 Д-593-16 от 20.05.2016 Д-1421-15 от 13.07.2015	11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017 13.07.2016
7 Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
ADSim812	Свободно распространяемое	бессрочно
С Ассемблер	Свободно распространяемое	бессрочно
Keil uVision.	Свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс с научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-технического обеспечения включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Для чтения лекций: помещение и технические средства для демонстрации примеров и способов проектирования, видео фильмов и презентаций. Лекционная аудитория ауд. 458	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Лаборатория преобразовательной техники и программированных технических средств №360	Лабораторные стенды с комплектом лабораторных работ -Преобразовательная техника ПТ-2. -Автономные преобразователи.
Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ» и специализированная ауд.373	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области преобразовательной техники Multisim 11.1(EWB 5.12)

Приложение 1

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**  
Выполнение лабораторных работ.

Темы:

Работа № 1 Исследование понижающего широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения

Работа № 2 Исследование повышающего широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения

Работа № 3 Исследование понижающе-повышающего широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения

Работа № 4 Исследование повышающе-понижающего широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения

Работа № 5. Исследование импульсных преобразователей и стабилизаторов постоянного напряжения

Работа №6 Исследование однофазного мостового выпрямителя с корректором коэффициента мощности

Работа №7. Исследование источника вторичного электропитания

## Приложение 2

### 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов: а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации. б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

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

Код компетенции	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-5.1	Разрабатывает мероприятия по планированию порядка и последовательности проведения профилактических работ на электронном оборудовании	Перечень вопросов к зачету: 1. Однофазный АИН. 2. Трехфазный АИН. 3. Однофазный АИТ. 4. Трехфазный АИТ. 5. Последовательный АИР 6. Параллельный АИР. 7. Однофазный преобразователь переменного тока. 8. Трехфазный преобразователь переменного тока. 9. Принцип построения трансформаторных импульсных преобразователей. 10. Прямоходовой трансформаторный импульсный преобразователь. 11. Обратногоходовой трансформаторный импульсный преобразователь.

		<p>12. Двухтактные трансформаторные импульсные преобразователи.</p> <p>13. Понижающий ИППН.</p> <p>14. Повышающий ИППН.</p> <p>15. Инвертирующий ИППН.</p> <p>16. Электронный корректор коэффициента мощности</p> <p>17. Преобразователи частоты с непосредственной связью 1</p> <p>8. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока</p> <p>19. Особенности IGBT и MOSFET.</p> <p>20. Переходные процессы про включении IGBT без учета электромагнитных процессов 21. Переходные процессы про включении IGBT с учетом электромагнитных процессов</p> <p>22. Драйверы IGBT и MOSFET.</p>
ПК-5 .2	Контролирует полноту и качество проведения профилактических работ на электронном оборудовании	<p>1. Пояснить назначение реверсивных вентильных преобразователей, принцип, по которому строятся схемы их силовых цепей, функциональные возможности, которыми они обладают.</p> <p>2. Что означает “согласованное управление” вентильными комплектами? Каким образом оно осуществляется? С какой целью?</p> <p>3. Что означает “совместное управление” вентильными комплектами? Каким образом оно осуществляется?</p> <p>4. Нарисовать внешние и регулировочные характеристики реверсивного преобразователя с совместным управлением. Пояснить их ход.</p> <p>5. Нарисовать эквивалентную схему замещения силовых цепей реверсивного вентильного преобразователя с совместным управлением. Пояснить алгоритм вычисления параметров ее элементов.</p> <p>6. Показать на временных диаграммах алгоритм функционирования системы управления реверсивным вентильным преобразователем с совместным управлением вентильными комплектами по трехфазной мостовой схеме.</p> <p>7. Нарисовать временные диаграммы ЭДС вентильных комплектов, внутренней и уравнивающей ЭДС реверсивного преобразователя с совместным управлением при угле регулирования <math>\alpha = 75</math> эл. град.</p> <p>8. Показать на временных диаграммах процесс изменения токов вентильных комплектов и нагрузки в реверсивном преоб-</p>

		разователе с совместным управлением при реверсе сигнала управления.
--	--	---

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачёта с оценкой.

**Критерии оценивания зачета с оценкой** (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне поиска, воспроизведения, переработки и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки по выбору оптимального метода решения типовых задач, навыки решения проблем и задач повышенной сложности, вынесения критических суждений по поводу полученных результатов решения;

– на оценку **«хорошо»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне поиска, воспроизведения, переработки и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения типовых проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, навыки решения простых задач, применяя изученные алгоритмы;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.