



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  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА***

Направление подготовки (специальность)  
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

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  
2020 год

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

13.02.2020, протокол № 6

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

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

### **1. Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью курса " Энергетическая электроника" является изучение свойств и характеристик различных видов преобразователей электрической энергии большой мощности, а также теоретически обоснованных общих методов практического выбора, расчета и управления тиристорных преобразователей, используемых в различных областях современного автоматизированного производства, особенности 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
<b>ПК-5 Способен организовать профилактическую работу электронного оборудования</b>	
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 – 73,9 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 34,1 акад. часов;

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. Основные сведения. Особенности мощных преобразователей электрической энергии большой мощности.								
1.1 Основные сведения. Особенности мощных	7	4	4		4	Изучение презентаций	Устный опрос	ПК-5
Итого по разделу		4	4		4			
2. Реверсивные преобразователи постоянного тока.								
2.1 Реверсивные преобразователи	7	4	8		4	Изучение презентаций	Устный опрос	ПК-5
Итого по разделу		4	8		4			
3. Преобразователи частоты с непосредственной связью								
3.1 Преобразователи	7	4			6,1	Изучение презентаций	Устный опрос	ПК-5
Итого по разделу		4			6,1			
4. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока								
4.1 Преобразователи	7	4	4/2И		4	Изучение презентаций	Устный опрос	ПК-5
Итого по разделу		4	4/2И		4			
5. Преобразователи постоянного напряжения								
5.1 Преобразователи	7	8	20/6И		4	Изучение презентаций	Устный опрос	ПК-5

Итого по разделу	8	20/6И		4				
6. Вентильный преобразователь как элемент системы автоматического управления								
6.1 Вентильный преобразователь как элемент системы автоматического	7	4			4	Изучение презентаций	Устный опрос	ПК-5
Итого по разделу	4			4				
7. Особенности эксплуатации и сервисного обслуживания преобразователей электрической энергии								
7.1 Особенности эксплуатации и сервисного обслуживания	7	4			4	Изучение презентаций	Устный опрос	ПК-5
Итого по разделу	4			4				
8. Системы управления вентильными преобразователями								
8.1 Системы управления	7	4			4	Изучение презентаций	Устный опрос	ПК-5
Итого по разделу	4			4				
Итого за семестр	36	36/8И		34,1			зао	
Итого по дисциплине	36	36/8И		34,1			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. Розанов Ю.К., Силовая электроника : учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, 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.htm> 1

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. Розанов Ю.К., 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., Сарваров А.С. Анализ работы однополупериодного управляемого выпрямителя. Метод. разработка по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. - Магнитогорск. МГТУ, 2016. – 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
C 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 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	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-



Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
ауд.373	<p>образовательную среду университета</p> <p>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)</p>

## Приложение 1

### 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Выполнение лабораторных работ. Темы:

- 1.Основные сведения. Особенности мощных преобразователей электрической энергии большой мощности.
- 2.Реверсивные преобразователи постоянного тока.
- 3.Преобразователи частоты с непосредственной связью.
- 4.Принцип импульсно-фазового управления.
- 5.Вентильный преобразователь как элемент системы автоматического управления
- 6.Особенности эксплуатации и сервисного обслуживания преобразователей электрической энергии

## 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	<p>Перечень вопросов на экзамен:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однофазный АИН.</li> <li>2. Трехфазный АИН.</li> <li>3. Однофазный АИТ.</li> <li>4. Трехфазный АИТ.</li> <li>5. Последовательный АИР</li> <li>6. Параллельный АИР.</li> <li>7. Однофазный преобразователь переменного тока.</li> <li>8. Трехфазный преобразователь переменного тока.</li> <li>9. Принцип построения трансформаторных импульсных преобразователей.</li> <li>10. Прямоходовой трансформаторный импульсный преобразователь.</li> <li>11. Обратногоходовой трансформаторный импульсный преобразователь.</li> <li>12. Двухтактные трансформаторные импульсные преобразователи.</li> <li>13. Понижающий ИППН.</li> <li>14. Повышающий ИППН.</li> <li>15. Инвертирующий ИППН.</li> <li>16. Электронный корректор коэффициента мощности</li> <li>17. Преобразователи частоты с непосредственной связью 1</li> <li>8. Преобразователи частоты со звеном</li> </ol>

Код компетенции	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>постоянного тока</p> <p>19. Особенности IGBT и MOSFET.</p> <p>20. Переходные процессы при включении IGBT без учета электромагнитных процессов</p> <p>21. Переходные процессы при 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</p>

Код компетенции	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>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 преобразователе с совместным управлением при реверсе сигнала управления.</p>

б) Критерии оценки (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.

