



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

26.01.2022 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
2022 год

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

19.01.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

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 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

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 _____ Д.Ю. Усатый

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 _____ Д.Ю. Усатый

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.Ю. Усатый

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Задачей 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:

Физические основы электроники

Материалы и элементы электронной техники

Основы преобразовательной техники

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Методы и средства диагностирования

Проектная деятельность

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

4.1 Двухтактные преобразователи с трансформаторным разделением цепей (типа 2р). Простейшие схемы	7	6	2		6		устный опрос	ПК-5.1
Итого по разделу		6	2		6			
5. ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТОК								
5.1 Автономный ключевой стабилизатор мощностью 2,8 квт с двухтактным шим-преобразователем постоянного напряжения	7	4	2				устный опрос	ПК-5.2
5.2 Стабилизирующий ОПНП (ИВЭП-3)		2	3		6		устный опрос	ПК-5.2
Итого по разделу		6	5		6			
6. Понимание техники шума и его влияние на преобразователь								
6.1 Количественная оценка выбросов	7	2			6		устный опрос	ПК-5.2
6.2 Сравнение форм волны модуляции на модели		2			6		устный опрос	ПК-5.2
6.3 Коррекция коэффициента мощности (PFC) в источниках питания		2			5		устный опрос	ПК-5.2
Итого по разделу		6			17			
Итого за семестр		38	19		49		зао	
Итого по дисциплине		38	19		49		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Анализ дефиниций понятия «технология обучения» позволил мне в качестве исходной при изучении курса определить педагогическую технологию как совокупность способов и приемов, а также форм взаимосвязанной деятельности субъектов образовательного процесса, обеспечивающую эффективность функционирования педагогической системы и гарантированное достижение поставленных педагогических целей. При этом мною рассматривается информационная технология как технологический подход, т.е. мною применяются такие основные понятия ИТ, как информация, технология, новые информационные технологии, информационные, компьютерные, образовательные, и педагогические технологии, опираясь на техническую составляющую ИТ, то есть в основе лежат программно-технические средства.

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 / Москва, 2022. Сер. 76 Высшее образование (2-е изд., пер. и доп) <https://urait.ru/bcode/496807>

2. Петушков М.Ю. Автономные инверторы. Учебное пособие / Москва, 2022. Сер. 76 Высшее образование (2-е изд.) : <https://urait.ru/bcode/497165>

3. 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.html>

4. Мэк Р., Импульсные источники питания. Теоретические основы проек-тирования и руководство по практическому применению / Мэк Р. - М. : ДМК Пресс, 2016. - 272 с. (Силовая электроника) - ISBN 978-5-94120-172-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941201723.html>

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>

2. Воронин П.А., Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение / Воронин П.А. - М. : ДМК Пресс, 2015. - 382 с. - ISBN 978-5-97060-266-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN85970602669.html>

3. Белоус А.И., Полупроводниковая силовая электроника / Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С. - М. : Техносфера, 2013. - 12 с. - ISBN 978-5-94836-367-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363677.html>

4. Прохоров, В. А. Полупроводниковые преобразователи электрической энергии : учебное пособие / В.А. Прохоров. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 315 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1019082. - ISBN

978-5-16-015168-7. - Текст : электронный. - URL:
<https://znanium.com/catalog/product/1019082>

5. Ладенко, Н. В. Выпрямительные устройства в силовой электронике : учебное пособие / Н. В. Ладенко. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 168 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-9729-0382-5. - Текст : электронный. - URL:
<https://znanium.com/catalog/product/1167701>

6. Петушков М.Ю. Преобразователи постоянного напряжения: Учебное пособие. Магнитогорск: МГТУ, 2005. 62с.

7. Федоров О.В., Сарваров А.С., Петушков М.Ю. Электромагнитная совместимость пусковых устройств для электроприводов переменного тока с питающей сетью. Научные труды Винницкого национального технического университета. 2015. № 4. С. 18-21.

в) Методические указания:

1. Петушков М.Ю. 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.

2. Автономные преобразователи; практикум\ М.Ю. Петушков. Магнитогорск; Изд-во Магнитогорскую гос. техн. ун-та им.Г.И.Носова, 2021. 51с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
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
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база	http://scopus.com
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория ауд. 458 Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

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 ВПО «МГТУ» и специализированная ауд.343 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

При проведении дисциплины предусмотрено выполнение устных и письменных контрольных работ (по индивидуальным вариантам), проверка графических работ – еженедельно, выполнение зачетных работ.

Самостоятельная работа предусматривает:

- подготовку к практическим занятиям и лабораторным работам, просмотр необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях;
- исправление грубых ошибок, замечаний, обводку и оформление чертежей.

Самостоятельная работа в ходе аудиторных занятий предполагает: изучение и повторение теоретического материала по темам лекций (по конспектам и учебной литературе, методическим указаниям), решение задач, выполнение индивидуальных графических работ.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя предполагает подготовку конспектов и выполнение необходимых расчетов по разделам дисциплины, решение и проверка преподавателем задач, графических работ, работа с методической литературой.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов предполагает подготовку к практическим занятиям, подготовку к контрольным работам, выполнение практических заданий (графических работ), изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой, исправление ошибок, замечаний, оформление чертежей; работу с компьютерными графическими пакетами и электронными учебниками.

По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения: текущий контроль (еженедельная проверка выполнения заданий и работы с учебной литературой), периодический контроль (контрольные работы, задачи и графические работы) по каждой теме дисциплины, итоговый контроль в виде зачета с оценкой в каждом семестре.

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 индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-5: Способен организовать профилактическую работу электронного оборудования		
ПК-5.1	Разрабатывает мероприятия по планированию порядка и последовательности проведения профилактических работ на электронном оборудовании	<p>Приведите структурные мощных преобразовательных установок.</p> <p>Устройства защиты от перенапряжений в ТП.</p> <p>Групповое соединение преобразователей. Объясните назначение.</p> <p>Нормативы в электропитании устройств.</p> <p>Приведите перекрестную силовую схему реверсивного преобразователя.</p> <p>Приведите схему одного из устройств контроля проводящего состояния вентилей</p> <p>Приведите противоположную силовую схему реверсивного преобразователя с отдельным управлением.</p> <p>Датчики диагностической информации. Требования и условия к ним.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Приведите H-схему реверсивного преобразователя с отдельным управлением.</p> <p>Датчики диагностической информации. Их признаки.</p> <p>Способы ограничения уравнительных токов в реверсивном преобразователе.</p> <p>Структура средств диагностирования преобразовательных установок.</p> <p>Классификация датчиков аварийного состояния моста.</p> <p>Приведите временные диаграммы поясняющие принцип вертикального управления при косинусоидальном изменяющемся опорном напряжении.</p> <p>Приведите схему двухпозиционного ЛПУ.</p> <p>Приведите временные диаграммы поясняющие принцип вертикального управления при линейно изменяющемся опорном напряжении.</p> <p>Приведите схему ЛПУ автоколебательного типа.</p> <p>Приведите временные диаграммы поясняющие принцип горизонтального управления.</p> <p>Бестоковая пауза при переключении групп.</p> <p>Приведите временную диаграмму линейного напряжения на выходе НПЧ при $\alpha = \text{const}$.</p> <p>Согласование характеристик выпрямительных групп.</p> <p>Достоинства и недостатки НПЧ.</p>
ПК-5.2	Контролирует полноту и качество проведения	<p>Приведите статический коэффициент усиления ТП по напряжению для</p> <p>- синусоидального опорного напряжения</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	профилактических работ на электронном оборудовании	<p>- для линейного опорного напряжения.</p> <p>Регулирование частоты в НПЧ. Верхний диапазон частоты.</p> <p>Свойства ТП как элемента системы регулирования.</p> <p>Особенности нулевой схемы трехфазного НПЧ.</p> <p>Назначение синхронизации преобразователя с сетью.</p> <p>Приведите структурную схему силового высоковольтного ПЧ серии АТОЗ.</p> <p>Определить динамическую погрешность синхронизации для трехфазной мостовой схемы выпрямления.</p> <p>Принципы построения НПЧ-АД</p> <p>Приведите характеристики ТП при углах управления $\alpha=90^{\circ}$, $\alpha=120^{\circ}$.</p> <p>Учет падения напряжения на вентилях при построении внешней характеристики</p> <p>Обоснуйте длительность управляющих импульсов ТП.</p> <p>Приведите временную диаграмму уравнивающего тока в ТП при совместном управлении.</p> <p>К чему приводит асимметрия управляющих импульсов в ТП.</p> <p>Приведите временную диаграмму уравнивающего напряжения в ТП при совместном управлении.</p> <p>Что представляет собой непрерывный и прерывающийся ток нагрузки в преобра-</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>зователе типа А.</p> <p>Разъясните преимущества и недостатки инвертора тока перед инвертором напряжения.</p> <p>Какие помехи в цепи источника питания могут нарушить работоспособность чувствительного оборудования.</p> <p>Для чего используется широтно-импульсный модулятор в инверторе.</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Начертательная геометрия и компьютерная графика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в зачета с оценкой.

Методические указания для подготовки к зачету с оценкой: для подготовки к зачету с оценкой студент должен освоить все изучаемые темы, в том числе и отведенные для самостоятельного изучения, выполнить и сдать все графические листы и выполнить все контрольные работы.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

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

