



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

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

СОВРЕМЕННАЯ СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Научная специальность
2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

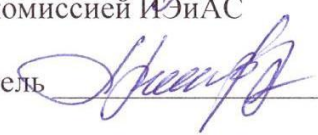
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

30.01.2025 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

04.02.2025 г., протокол № 3

Председатель  В.Р. Храмшин

Согласовано:

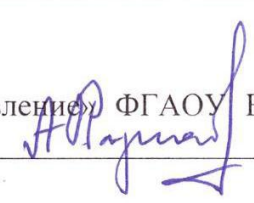
Зав. кафедрой Электроснабжения промышленных предприятий

 А.В. Варганова

Рабочая программа составлена:

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

Рецензент:

Заведующий кафедрой «Автоматика и управление» ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», д-р техн. наук  А.А. Радионов

Лист актуализации рабочей программы

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 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 2028 - 2029 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 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Современная силовая электроника» являются: получение аспирантами основных научно-практических, общесистемных знаний в области современной силовой электроники и преобразователей электрической энергии.

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

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

КНС-2	Способен использовать и внедрять результаты научно-исследовательской деятельности в условиях промышленных электротехнических и электроэнергетических комплексов и систем
КНС-3	Способен широко использовать методы математического и IT-моделирования при разработке и эксплуатации электротехнических и электроэнергетических комплексов и систем в нормальных и аварийных режимах работы
КНС-4	Способен разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики и электротехники применительно к объектам электроснабжения и электропривода

3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 42 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 30 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студента	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Лек.	практ. зан.		
1. Элементы силовой электроники					
1.1 Полупроводниковые приборы силовой электроники	3	4	4	6	проверка заданий по итогам самостоятельной работы
1.2 Методы и средства защиты силовых элементов		2	2	4	проверка заданий по итогам самостоятельной работы
1.3 Выбор силовых полупроводниковых приборов для управления электрооборудованием		2	2	6	проверка заданий по итогам самостоятельной работы
1.4 Выбор и расчет схем защит силовых полупроводниковых приборов					проверка заданий по итогам самостоятельной работы
Итого по разделу		8	8	16	
2. Системы управления преобразователями					
2.1 Основные схемы драйверов для управления тиристорами и транзисторами	3	3	2	4	проверка заданий по итогам самостоятельной работы
2.2 Основные схемы и параметры ключей на базе тириستоров и транзисторов		3	3	4	проверка заданий по итогам самостоятельной работы
2.3 Электромагнитные и коммутационные процессы при работе силовых элементов на различные виды нагрузок		4	4	3	проверка заданий по итогам самостоятельной работы
2.4 Устройства формирования управляющих импульсов для силовых модулей (драйверы)		3	4	3	проверка заданий по итогам самостоятельной работы
Итого по разделу		13	13	14	
Итого за семестр		21	21	30	зачёт
Итого по дисциплине		21	21	30	зачет

4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Представлены в приложении 1.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) а) Основная литература:

1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для вузов / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9440-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450590> (дата обращения: 29.03.2025).

2. Овчаренко Н.И., Автоматика энергосистем : учебник для вузов / Овчаренко Н.И. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01117-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011171.html> (дата обращения: 29.03.2025). - Режим доступа : по подписке.

3. Зорин, В. А. Применение интеллектуальных материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин [Электронный ресурс] : монография / В. А. Зорин, Н. И. Баурова. - Москва : МАДИ, 2011. - 173 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/462082> (дата обращения: 29.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Овчаренко, Н. И. Автоматика энергосистем : учебник для вузов / Овчаренко Н. И. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01117-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011171.html> (дата обращения: 30.04.2025). - Режим доступа : по подписке.

2. Зорин, В. А. Применение интеллектуальных материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин [Электронный ресурс] : монография / В. А. Зорин, Н. И. Баурова. - Москва : МАДИ, 2011. - 173 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/462082> (дата обращения: 30.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

в) 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
NI Developer Suite	К-118-08 от 20.10.2008	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Нарисуйте временные диаграммы работы однотактного однополупериодного выпрямителя однофазного тока при работе на активную нагрузку.
2. Обоснуйте последовательное включение вентиля и назначение параллельно включенных резисторов.
3. Обоснуйте параллельное включение вентиля и назначение анодных реакторов.
4. Особенности работы двухполупериодного выпрямителя с нулевой точкой.
5. Работа однофазного мостового выпрямителя на активно-индуктивную нагрузку. Назначение нулевого диода в схеме.
6. Работа однофазного мостового выпрямителя на активно-емкостную нагрузку. Показать на временных диаграммах.
7. Работа однофазного мостового выпрямителя на противо-ЭДС. Показать на временных диаграммах.
8. Особенности работы трехфазного выпрямителя с нулевой точкой. Вынужденное намагничивание трансформатора.
9. Работа трехфазного мостового выпрямителя. Порядок работы вентиля.
10. Виды коммутации вентиля.
11. Коммутационные потери в вентиле. (на примере однофазного двухполупериодного выпрямителя с нулевой точкой).
12. Нарисуйте временную диаграмму выпрямленного напряжения управляемого трехфазного мостового выпрямителя при угле управления 30° . (с учетом угла коммутации 7°).
13. Нарисуйте временную диаграмму напряжения на вентиле трехфазного мостового выпрямителя при угле управления 45° .
14. Нарисуйте временную диаграмму выпрямленного напряжения трехфазного мостового выпрямителя при угле управления 70° при наличии нулевого диода и активно-индуктивной нагрузки.
15. Определите пульсность однофазного мостового выпрямителя и однофазного выпрямителя с нулевой точкой.
16. Определите пульсность трехфазного мостового выпрямителя и с нулевой точкой.
17. Индуктивность как фильтр. Определить коэффициент сглаживания, зависит ли он от величины нагрузки.
18. Емкость как фильтр. Определить коэффициент сглаживания, зависит ли он от величины нагрузки.
19. Индуктивно-емкостной как фильтр. Определить коэффициент сглаживания, зависит ли он от величины нагрузки.
20. Внешняя характеристика выпрямителя без фильтра с L-фильтром, C-фильтром и LC-фильтром.
21. Многозвенные фильтры. Как определяется коэффициент сглаживания.
22. Фильтр пробка. Назначение и коэффициент сглаживания. ЛАЧХ такого фильтра.
23. Условия перевода управляемого выпрямителя в инверторный режим.
24. Временные диаграммы выпрямленного напряжения инвертора ведомого сетью.
25. Полная внешняя характеристика управляемого выпрямителя.
26. Влияние управляемого выпрямителя на питающую сеть.
27. Ограничительная характеристика управляемого выпрямителя.
28. Классификация датчиков преобразовательных установок.
29. Шунт как датчик тока. Его параметры.
30. Принцип действия усилителя постоянного тока, на примере УПТ-6.
31. Датчики тока на основе эффекта Холла.
32. Герконовые датчики тока. Их настройка.
33. Реле максимального тока. Его работа и настройка.
34. Приведите структурные мощных преобразовательных установок.
35. Устройства защиты от перенапряжений в ТП.
36. Групповое соединение преобразователей. Объясните назначение.

37. Нормативы в электропитании устройств.
38. Приведите перекрестную силовую схему реверсивного преобразователя.
39. Приведите схему одного из устройств контроля проводящего состояния вентилей
40. Приведите антипараллельную силовую схему реверсивного преобразователя с отдельным управлением.
41. Датчики диагностической информации. Требования и условия к ним.
42. Приведите H-схему реверсивного преобразователя с отдельным управлением.
43. Датчики диагностической информации. Их признаки.
44. Способы ограничения уравнивающих токов в реверсивном преобразователе.
45. Структура средств диагностирования преобразовательных установок.
46. Классификация датчиков аварийного состояния моста.
47. Приведите временные диаграммы поясняющие принцип вертикального управления при косинусоидальном изменяющимся опорным напряжением.
48. Приведите схему двухпозиционного ЛПУ.
49. Приведите временные диаграммы поясняющие принцип вертикального управления при линейно изменяющимся опорным напряжением.
50. Приведите схему ЛПУ автоколебательного типа.
51. Приведите временные диаграммы поясняющие принцип горизонтального управления.
52. Бестоковая пауза при переключении групп.
53. Приведите временную диаграмму линейного напряжения на выходе НПЧ при $\alpha = \text{const}$.
54. Согласование характеристик выпрямительных групп.
55. Достоинства и недостатки НПЧ.
56. Приведите статический коэффициент усиления ТП по напряжению для
 - синусоидального опорного напряжения
 - для линейного опорного напряжения.
57. Регулирование частоты в НПЧ. Верхний диапазон частоты.
58. Свойства ТП как элемента системы регулирования.
59. Особенности нулевой схемы трехфазного НПЧ.
60. Назначение синхронизации преобразователя с сетью.
61. Приведите структурную схему силового высоковольтного ПЧ серии АТОЗ.
62. Определить динамическую погрешность синхронизации для трехфазной мостовой схемы выпрямления.
63. Принципы построения НПЧ-АД
64. Приведите характеристики ТП при углах управления $\alpha = 90^\circ$, $\alpha = 120^\circ$.
65. Учет падения напряжения на вентиле при построении внешней характеристики
66. Обоснуйте длительность управляющих импульсов ТП.
67. Приведите временную диаграмму уравнивающего тока в ТП при совместном управлении.
68. К чему приводит асимметрия управляющих импульсов в ТП.
69. Приведите временную диаграмму уравнивающего напряжения в ТП при совместном управлении.
70. Что представляет собой непрерывный и прерывающийся ток нагрузки в преобразователе типа А.
71. Разъясните преимущества и недостатки инвертора тока перед инвертором напряжения.
72. Какие помехи в цепи источника питания могут нарушить работоспособность чувствительного оборудования.
73. Для чего используется широтно-импульсный модулятор в инверторе.