

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет	информационных технологий и автоматизации производственных процессов
Кафедра	электромеханики им. А. Б. Зеленова



УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по
учебной работе
Д. В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Силовая электроника
(наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код, наименование направления)

Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических
комплексов
(профиль подготовки)

Квалификация	бакалавр
	(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения	очная, заочная
	(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины: изучение основных технических характеристик, назначения и классификации вентильных элементов систем электропривода.

Задачи изучения дисциплины: получения знаний и умений читать схемы тиристорных, транзисторных преобразователей с различными способами управления, умения выполнять расчет и выбор вентильных элементов силовой части электропривода, выполнять технико-экономическое сравнение различных систем вентильного электропривода, составлять цифровую модель силовой цепи преобразователя.

Дисциплина направлена на формирование компетенций ОПК-4, ПК-2, ПК-4 выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», часть блока 1 формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов»).

Дисциплина основывается на базе дисциплин: «Теоретические основы электротехники», «Электроника и микропроцессорная техника».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов», «Системы управления электроприводами».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с применением вычислительной техники и программного обеспечения в различных сферах деятельности.

Курс является фундаментом для формирования навыков и умений по расчетам и проектированию электромеханических систем.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч. для групп ЭМС, 4 ак. ч. для группы ЭМС-з), лабораторные работы (18 ак.ч. для групп ЭМС, 4 ак. ч. для группы ЭМС-з) и самостоятельная работа студента (54 ак.ч. для групп ЭМС, 100 ак.ч. для группы ЭМС-з).

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре для группы ЭМС и на 4 курсе в 7 семестре для группы ЭМС-з. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Силовая электроника» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4	ОПК-4.3. Владеет навыками расчета и анализа электрических цепей, объектов энергетики, режимов работы электрических машин разных типов
Способен участвовать в разработке и проведении опытно-конструкторских и научно-исследовательских ра-ботах	ПК-2	ПК-2.1 Способен к разработке электроэнергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода
Способен участвовать в эксплуатации технологического оборудования объектов профессиональной деятельности	ПК-4	ПК-4.2. Способен применять методы и технические средства эксплуатации технологического оборудования объектов профессиональной деятельности

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак .ч. по семестрам
		6
Аудиторная работа, в том числе:	54	54
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект		
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	54
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	9	9
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	0	0
Выполнение курсовой работы / проекта	0	0
Расчетно-графическая работа (РГР)	0	0
Реферат (индивидуальное задание)	0	0
Домашнее задание	0	0
Подготовка к контрольной работе	0	0
Подготовка к коллоквиумам	6	6
Аналитический информационный поиск	3	3
Работа в библиотеке	0	0
Подготовка к экзамену	18	18
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
Ак. ч.	108	108
З. е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3 дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 (Реверсивные тиристорные преобразователи переменного тока в постоянный . Классификация и главные схемные решения);
- тема 2 (Способы управления двухкомплектными реверсивными ТП);
- тема 3 (ТП как элемент системы автоматического регулирования);
- тема 4 (Широтно-импульсные преобразователи (ШИП). Преобразователи для электропривода переменного тока);
- тема 5 (Элементы унифицированных блоков систем регулирования. Датчики электрических и механических величин);

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 5.1 – 5.2 соответственно.

Таблица 5.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Реверсивные тиристорные преобразователи переменного тока в постоянный . Классификация и главные схемные решения	Реверсивные тиристорные преобразователи переменного тока в постоянный . Классификация и главные схемные решения	4	–	–	–	–
		Способы реверсирования скорости и момента электропривода. Сравнительный анализ схем реверсивных тиристорных электроприводов	4				
2	Способы управления двухкомплектными реверсивными ТП	Совместный принцип управления и его разновидности, статические и динамические уравнивающие токи. Раздельный принцип управления, его преимущества и недостатки.	4	–	–	Цифровое моделирование электропривода постоянного тока с ПЧ	9
		Переход из выпрямительного режима в инверторный в реверсивном ТП при его работе на якорь электродвигателя и обмотку возбуждения.	4				
3	ТП как элемент системы автоматического регулирования	Воздействие дискретности и неполной управляемости на динамические характеристики преобразователя. Свойства ТП как непрерывного звена.	2	–	–	–	–
		Предельная граница пропускания ТП. Расчёт коэффициента усиления ТП. Передаточная функция ТП. Коэффициент мощности тиристорного выпрямителя.	2				

№ п/ п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
4	Широтно-импульсные преобразователи (ШИП). Преобразователи для электропривода переменного тока	Суть широтно-импульсного и частотно-импульсного регулирования. Схемы не-реверсивных и реверсивных ШИП. Связь среднего выходного напряжения со скважностью импульсов. Основные схемы тиристорных ШИП	8	–	–	Цифровое моделирование электропривода постоянного тока с ШИП	9
5	Элементы унифицированных блоков систем регулирования. Датчики электрических и механических величин	Структура и схемы включения операционных усилителей Техническая реализация обычных законов регулирования. Датчики угла и рассогласования следящих электроприводов. Датчики электрических величин.	8	–	–	–	–
Всего аудиторных часов			36	–	–	–	18

Таблица 5.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/ п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Реверсивные тиристорные преобразователи переменного тока в постоянный .	Реверсивные тиристорные преобразователи переменного тока в постоянный . Классификация и главные схемные решения	4	–	–	Цифровое моделирование электропривода постоянного тока с ПЧ	4
Всего аудиторных часов			4	–	–	–	4

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf).

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (1 коллоквиум)
- всего 40 баллов;
- лабораторные работы – всего 60 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60 % от максимального.

Экзамен по дисциплине «Силовая электроника» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. 6.4), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашние задания

Для студентов очной формы обучения домашние задания не предусмотрены. Студенты заочной формы обучения в каждом семестре выполняют контрольную работу по имеющимся методическим указаниям.

6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Реверсивные тиристорные преобразователи переменного тока в постоянный. Классификация и главные схемные решения

- 1) Как работает тиристорный выпрямитель в инверторном режиме? Каковы особенности однофазного зависимого инвертора тока?
- 2) Что представляет собой внешняя характеристика инвертора? Что понимается под пределом коммутации?
- 3) Какие существуют способы реверсирования скорости и момента в электроприводе?
- 4) Как провести сравнительный анализ схем реверсивных тиристорных электроприводов?
- 5) В чем заключается природа уравнивающих токов в схемах реверсивных тиристорных электроприводов?

Тема 2 Способы управления двухкомлектными реверсивными ТП

- 1) Каковы преимущества и недостатки совместного согласованного управления группами вентилях реверсивного тиристорного электропривода?
- 2) Как осуществляется переход из выпрямительного режима работы в инверторный в реверсивном тиристорном электроприводе (РТП)?
- 3) Каковы особенности работы РТП на обмотку возбуждения электрической машины?

4) Как работает раздельное управление группами вентилях реверсивного тиристорного электропривода?

5) В чем заключается назначение и принцип работы логического переключающего устройства?

6) Что такое коэффициент мощности тиристорного выпрямителя?

Тема 3 ТП как элемент системы автоматического регулирования

1) Как тиристорный преобразователь функционирует как элемент замкнутой системы автоматического регулирования (САР)?

2) Что представляет собой передаточная функция тиристорного преобразователя?

3) Как дискретность управления влияет на динамические свойства тиристорного преобразователя?

Тема 4 Широтно-импульсные преобразователи (ШИП). Преобразователи для электропривода переменного тока

1) В чем заключается сущность широтно-импульсного и частотно-импульсного регулирования?

2) Каковы схемы нереверсивных и реверсивных ШИП? Как связаны среднее выходное напряжение и скважность импульсов?

3) Каковы основные схемы тиристорных ШИП? В чем заключается назначение и принцип работы узла принудительной коммутации?

4) Как классифицируются статические преобразователи частоты (СПЧ)? Что представляют собой СПЧ с промежуточным звеном постоянного тока?

5) Как классифицируются автономные инверторы? Как провести сравнительный анализ автономных инверторов тока и напряжения?

6) Как работает трехфазный мостовой инвертор с междуфазной коммутацией? Каковы его схема и принцип работы?

7) Как функционирует мостовой инвертор напряжения с пофазной коммутацией?

Тема 5 Элементы унифицированных блоков систем регулирования. Датчики электрических и механических величин

1) Каковы элементы унифицированных блоков систем регулирования?

2) Какова структура и схемы включения операционных усилителей?

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену

1) Как работает тиристорный выпрямитель в инверторном режиме? Каковы особенности однофазного зависимого инвертора тока?

2) Что представляет собой внешняя характеристика инвертора? Что понимается под пределом коммутации?

3) Какие существуют способы реверсирования скорости и момента в

электроприводе?

4) Как провести сравнительный анализ схем реверсивных тиристорных электроприводов?

5) В чем заключается природа уравнивающих токов в схемах реверсивных тиристорных электроприводов?

6) Каковы преимущества и недостатки совместного согласованного управления группами клапанов реверсивного тиристорного электропривода?

7) Как осуществляется переход из выпрямительного режима работы в инверторный в реверсивном тиристорном электроприводе (РТП)? Каковы особенности работы РТП на обмотку возбуждения электрической машины?

8) Как работает раздельное управление группами клапанов реверсивного тиристорного электропривода? В чем заключается назначение и принцип работы логического переключающего устройства?

9) Что такое коэффициент мощности тиристорного выпрямителя?

10) Как тиристорный преобразователь функционирует как элемент замкнутой системы автоматического регулирования (САР)?

11) Что представляет собой передаточная функция тиристорного преобразователя? Как дискретность управления влияет на динамические свойства тиристорного преобразователя?

12) В чем заключается сущность широтно-импульсного и частотно-импульсного регулирования?

13) Каковы схемы нереверсивных и реверсивных ШИП? Как связаны среднее выходное напряжение и скважность импульсов?

14) Каковы основные схемы тиристорных ШИП? В чем заключается назначение и принцип работы узла принудительной коммутации?

15) Как классифицируются статические преобразователи частоты (СПЧ)? Что представляют собой СПЧ с промежуточным звеном постоянного тока?

16) Как классифицируются автономные инверторы? Как провести сравнительный анализ автономных инверторов тока и напряжения?

17) Как работает трехфазный мостовой инвертор с междофазной коммутацией? Каковы его схема и принцип работы?

18) Как функционирует мостовой инвертор напряжения с пофазной коммутацией?

19) Каковы элементы унифицированных блоков систем регулирования? Какова структура и схемы включения операционных усилителей?

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Щуров Н. И., Мятеж С. В.. Синтез и анализ многофазных вентилярных преобразователей [Электронный ресурс]: монография. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020. - 202 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/98816.html> (дата обращения: 20.08.2024).

2. Родыгин А.В. Силовая электроника : учебное пособие / Родыгин А.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 72 с. — ISBN 978-5-7782-3289-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91420.html> (дата обращения: 20.08.2024).

Дополнительная литература

1. Белоус А.И. Полупроводниковая силовая электроника / Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С.. — Москва : Техносфера, 2013. — 228 с. — ISBN 978-5-94836-367-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/31876.html> (дата обращения: 20.08.2024)

2. Терехов В.М. Элементы автоматизированного электропривода.- М.: Энергоатомиздат, 1987.- 224 с.

3. Пилецкий В.Т. Выбор элементов реверсивных тиристорных преобразователей электроприводов постоянного тока. – К.: ИСДО, 1994. – 148 с

Учебно-методическое обеспечение

1. Пахомова Ю.В. Введение в проектную деятельность : практикум / Пахомова Ю.В., Наролина Т.С.. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 69 с. — ISBN 978-5-7731-0921-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111496.html> (дата обращения: 20.08.2024)

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный

сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) : официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 8.

Таблица 8.1 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Компьютерный класс кафедры АЭМС</i> - Персональный компьютер – 17 шт - Принтер HP1100 - Сканер	ауд 319, корп. главный

Лист согласования РПД

Разработал
доц. кафедры электромеханики
им. А. Б. Зеленова
(должность)

(должность)

(должность)


(подпись) И.А. Карпук
(Ф.И.О.)

(подпись) (Ф.И.О.)

(подпись) (Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электромеханики им. А.Б. Зеленова

от 22.08.2024г.

Декан факультета


(подпись) В. В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника


(подпись) Л.Н. Комаревцева
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись) О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	