

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и систем
управления



_____/ А.В. Бурковский /

16.02

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Силовые преобразователи»

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

Заведующий кафедрой

Электропривода,

автоматики и управления в

технических системах

Руководитель ОПОП

_____/ А.К. Муконин

_____/ В.Л. Бурковский

_____/ Ю.В. Мурзинов

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Обеспечение подготовки к инженерной деятельности по анализу и разработке силовых преобразователей электрической энергии, а также формирование готовности к разработке и испытаниям программно-аппаратных управляющих комплексов; способности настраивать управляющие средства и комплексы с использованием соответствующих инструментальных и вычислительных средств; готовности осуществлять проверку технического состояния оборудования и его аттестацию; производить установку и настройку программного и метрологического обеспечения систем автоматизации и управления; способности разрабатывать инструкции по настройке и проведению испытаний технического оборудования и программного обеспечения.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение принципа действия, параметров и режимов работы элементов силовых схем преобразователей электроэнергии;
- изучение методов анализа, математического и компьютерного моделирования преобразователей электроэнергии;
- изучение топологии схемы силовой части, принципа работы, электромагнитных процессов во всех основных преобразователях электроэнергии;
- изучение принципов построения и особенностей физической реализации цифровых систем управления преобразователями электроэнергии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Силовые преобразователи» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Силовые преобразователи» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, по выполнению экспериментов и оформлению результатов исследований, осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения этих работ.

ПК-5 - Способен к разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие
--------------------	---

	сформированность компетенции
ПК-1	Знать обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований
	Уметь проводить эксперименты и оформлять результаты исследований
	Владеть способностью осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения экспериментальных работ
ПК-5	Знать отдельные разделы проекта автоматизированных систем управления технологическими процессами
	Уметь разрабатывать проект на различных стадиях
	Владеть способностью разрабатывать проект автоматизированных систем управления технологическими процессами

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Силовые преобразователи» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	78	78
В том числе:		
Лекции	24	24
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	66	66
Курсовой проект	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения о силовых	Принцип импульсного регулирования потока энергии и	4	2		6	12

	электронных устройствах	обобщенная структура преобразовательного устройств(ПУ). Классификация ПУ. . Основные показатели и характеристики преобразовательных устройств.					
2	Основные элементы силовых электронных устройств	.Силовые диоды, силовые транзисторы (биполярные, МОП, IGBT), транзисторные модули. . Тиристоры (однооперационные, запираемые, оптронные).	6	3	8	8	25
3	Выпрямители	Общие сведения о выпрямителях, обобщенная схема выпрямителя. Принцип выпрямления, однополупериодный выпрямитель. Основные параметры выпрямителей. Классификация выпрямителей. Однополупериодный выпрямитель с разными нагрузками.Двухполупериодные выпрямители. Сравнение схем выпрямления	10	5	12	14	41
4	Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока	. Нереверсивный ШИП. . Однофазный мостовой ШИП. Проблема обеспечения генераторных режимов.	4	2	4	7	17
5	Инверторы и преобразователи частоты	Инверторы, ведомые етью Автономные инверторы Преобразователи частоты с непосредственной связью. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного напряжения.	8	4	4	12	28
6	Применение силовых электронных устройств в электроприводе	Управление двигателями постоянного тока (ДПТ). Применение тиристорных выпрямителей для управления ДПТ. Управление двигателями переменного тока	4	2	8	7	21
Итого			24	18	36	66	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 1 «Исследование диодов»
2. Лабораторная работа № 2 «Исследование транзисторов»
3. Лабораторная работа № 3 «Исследование однополупериодного диодного выпрямителя»
4. Лабораторная работа № 4 «Исследование мостового диодного

выпрямителя»

5. Лабораторная работа № 5 «Исследование тиристорного преобразователя»

6. Лабораторная работа № 6 «Исследование широтно-импульсного преобразователя»

7. Лабораторная работа № 7 «Исследование автономного инвертора напряжения»

8. Лабораторная работа № 8 «Исследование частотного электропривода»

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 6 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Расчет тиристорного преобразователя»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- выбор элементов вентильного комплекта
- расчет согласующего трансформатора
- получение характеристик преобразователя

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить эксперименты и оформлять результаты исследований	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

			программах	программах
	Владеть способностью осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения экспериментальных работ	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать отдельные разделы проекта автоматизированных систем управления технологическими процессами	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать проект на различных стадиях	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью разрабатывать проект автоматизированных систем управления технологическими процессами	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь проводить эксперименты и оформлять результаты исследований	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения экспериментальных работ	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	Знать отдельные	Тест	Выполнение	Выполнение	Выполнение	В тесте

разделы проекта автоматизированных систем управления технологическими процессами		теста на 90-100%	теста на 80-90%	теста на 70-80%	менее 70% правильных ответов
Уметь разрабатывать проект на различных стадиях	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
Владеть способностью разрабатывать проект автоматизированных систем управления технологическими процессами	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Выпрямители преобразуют

- а) постоянное напряжение в постоянное
- б) переменное напряжение в постоянное
- в) переменное напряжение в переменное
- г) постоянное напряжение в переменное

2. Инверторы преобразуют

- а) постоянное напряжение в постоянное
- б) переменное напряжение в постоянное
- в) переменное напряжение в переменное
- г) постоянное напряжение в переменное

3. Преобразователи частоты преобразуют

- а) постоянное напряжение в постоянное
- б) переменное напряжение в постоянное
- в) переменное напряжение в переменное
- г) постоянное напряжение в переменное

4. Широтно-импульсные преобразователи постоянного напряжения преобразуют

- а) постоянное напряжение в постоянное
- б) переменное напряжение в постоянное
- в) переменное напряжение в переменное
- г) постоянное напряжение в переменное

5. Управляемые силовые вентили в преобразовательных устройствах работают в режиме

- а) активном б) ключевом в) линейном г) регенеративном

6. Регулирование напряжения в силовых преобразователях осуществляется

а) изменением соотношения между периодами включенного и выключенного состояния вентиля

б) плавным изменением сопротивления вентиля

в) плавным регулированием напряжения управления силовых вентиля

г) плавным регулированием тока управления силовых вентиля

7. У биполярных транзисторов следующие выводы

а) анод, катод, управляющий электрод

б) коллектор, эмиттер, затвор

в) коллектор, эмиттер, база

г) сток, исток, затвор

8. У полевых транзисторов следующие выводы

а) анод, катод, управляющий электрод

б) коллектор, эмиттер, затвор

в) коллектор, эмиттер, база

г) сток, исток, затвор

9. У IGBT-транзисторов следующие выводы

а) анод, катод, управляющий электрод

б) коллектор, эмиттер, затвор

в) коллектор, эмиттер, база

г) сток, исток, затвор

10. У тиристорных следующие выводы

а) анод, катод, управляющий электрод

б) коллектор, эмиттер, затвор

в) коллектор, эмиттер, база

г) сток, исток, затвор

11. Для включения биполярного транзистора нужно создать

а) ток базы

б) ток управляющего электрода

в) напряжение между затвором и эмиттером

г) напряжение между затвором и истоком

12. Для включения тиристора нужно создать

а) ток базы

б) ток управляющего электрода

в) напряжение между затвором и эмиттером

г) напряжение между затвором и истоком

13) .Для включения полевого транзистора нужно создать

а) ток базы

б) ток управляющего электрода

в) напряжение между затвором и эмиттером

г) напряжение между затвором и истоком

14. Для включения IGBT-транзистора нужно создать
- а) ток базы
 - б) ток управляющего электрода
 - в) напряжение между затвором и эмиттером
 - г) напряжение между затвором и истоком
15. Для выключения биполярного транзистора нужно
- а) убрать ток базы
 - б) снизить ток анода практически до нуля
 - в) убрать напряжение между затвором и эмиттером
 - г) убрать напряжение между затвором и истоком
16. Для выключения тиристора нужно
- а) убрать ток базы
 - б) снизить ток анода практически до нуля
 - в) убрать напряжение между затвором и эмиттером
 - г) убрать напряжение между затвором и истоком
17. Для выключения IGBT-транзистора нужно
- а) убрать ток базы
 - б) снизить ток анода практически до нуля
 - в) убрать напряжение между затвором и эмиттером
 - г) убрать напряжение между затвором и истоком
18. Для выключения полевого транзистора нужно
- а) убрать ток базы
 - б) снизить ток анода практически до нуля
 - в) убрать напряжение между затвором и эмиттером
 - г) убрать напряжение между затвором и истоком
- 1

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Действующее значение напряжения на входе однополупериодного диодного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

2. Действующее значение напряжения на входе однофазного мостового диодного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

3. Действующее значение напряжения на входе однофазного диодного выпрямителя со средней точкой с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

4. Действующее значение напряжения на входе однополупериодного диодного выпрямителя с чисто емкостной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

5. Действующее значение напряжения на входе однофазного мостового диодного выпрямителя с чисто емкостной нагрузкой 220В.

Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

6. Действующее значение напряжения на входе однофазного диодного выпрямителя со средней точкой с чисто емкостной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя.

7. Действующее значение напряжения на входе однополупериодного тиристорного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 0 градусов.

8. Действующее значение напряжения на входе однополупериодного тиристорного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 90 градусов.

9. Действующее значение напряжения на входе однофазного мостового тиристорного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 0 градусов.

10. Действующее значение напряжения на входе однофазного мостового тиристорного выпрямителя с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 90 градусов.

11. Действующее значение напряжения на входе однофазного тиристорного выпрямителя со средней точкой с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 90 градусов.

12. Действующее значение напряжения на входе однофазного тиристорного выпрямителя со средней точкой с резистивной нагрузкой 220В. Нарисуйте схему, графики напряжений и токов, определите значение выходного напряжения выпрямителя при угле управления 0 градусов.

13. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов нереверсивного широтно-импульсного преобразователя постоянного тока, получите уравнение для определения напряжения нагрузки.

14. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов реверсивного широтно-импульсного преобразователя постоянного тока, получите уравнение для определения напряжения нагрузки.

15. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов однофазного мостового автономного инвертора напряжения.

16. Нарисуйте схему и графики напряжений и токов однофазного автономного инвертора напряжения со средней точкой.

7.2.3 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Назначение, области применения и основные виды преобразователей энергии.
2. Обобщённая схема преобразователей энергии и принцип

- импульсного регулирования потока энергии.
3. Основные показатели качества преобразователей энергии.
 4. Полупроводниковый диод. Вольтамперная характеристика, влияние температуры.
 5. Процессы включения и выключения диода.
 6. Биполярные транзисторы. Устройство и характеристики.
 7. Полевые транзисторы. Устройство и характеристики.
 8. IGBT – транзисторы и модули.
 9. Тиристоры. Устройство и характеристики.
 - 10.Обобщенная схема выпрямителя. Основные характеристики выпрямителей.
 - 11.Однополупериодный управляемый выпрямитель с резистивной нагрузкой.
 - 12.Однополупериодный управляемый выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой.
 - 13.Однополупериодный управляемый выпрямитель с нулевым диодом.
 - 14.Двухполупериодный управляемый выпрямитель со средней точкой с резистивной нагрузкой.
 - 15.Двухполупериодный управляемый выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой.
 - 16.Понятие о коммутационном сопротивлении. Внешние характеристики выпрямителя.
 - 17.Инверторный режим работы выпрямителей.
 - 18.Однофазный мостовой управляемый выпрямитель.
 - 19.Трехфазный нулевой управляемый выпрямитель.
 - 20.Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель.
 - 21.Влияние выпрямителей на питающую сеть.
 - 22.Составные схемы выпрямления.
 - 23.Реверсивные выпрямители с совместным управлением.
 - 24.Реверсивные выпрямители с отдельным управлением.
 - 25.Нереверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения.
 - 26.Реверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения с противофазной коммутацией.
 - 27.Реверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения с однополярной ШИМ.
 - 28.Обобщенная структура преобразователя с промежуточным звеном постоянного напряжения. Обеспечение тормозных режимов.
 - 29.Регуляторы переменного напряжения.
 - 30.Однофазный мостовой АИН.
 - 31.Нулевые схемы АИН.
 - 32.Трехфазный мостовой АИН.
 - 33.Преобразователи частоты с промежуточным звеном

- постоянного напряжения.
34. Непосредственные преобразователи частоты.
 35. Автономные инверторы тока.
 36. Функции систем управления преобразователями.
 37. Основные типы формирователей импульсов управления вентилями.
 38. Формирователи импульсов управления тиристорами.

7.2.4. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.5. Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Однофазные неуправляемые выпрямители. Выпрямители трехфазного тока. Работа выпрямителя на активное сопротивление и индуктивность. Работа выпрямителя на активное сопротивление и емкость. Работа выпрямителя на встречную ЭДС. Коммутация тока, внешние характеристики выпрямителей средней и большой мощности.	ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Однофазные управляемые выпрямители. Трехфазные управляемые выпрямители. Высшие гармонические в кривой выпрямленного напряжения и первичного тока выпрямителей. Сглаживающие фильтры.	ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Импульсные преобразователи постоянного тока на базе полностью управляемых силовых транзисторов (IGBT) и тиристоров (GTO, IGCT) с широтно-импульсной модуляцией.	ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Инверторы, ведомые сетью. Преобразователи частоты с непосредственной связью. Автономные инверторы. Анализ влияния методов	ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

	управления на качество преобразованной энергии.		
5	Цифровые системы импульснофазового управления. Примеры схемной реализации цифровых систем импульсно-фазового управления выпрямителями.	ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
6	Общие положения и определения. Устройства компенсации реактивной мощности со скалярным управлением. Устройства компенсации реактивной мощности с векторным управлением.	ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Зайцев А.И. Силовая промышленная электроника: учеб. пособие / А.И. Зайцев, А.С. Плехов, А.С. Кожин. - Нижний Новгород: ФГБОУ ВПО "Нижегородский государственный технический университет", 2014. - 281 с.

2. Попков О.З. Основы преобразовательной техники: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / О.З. Попков. - Электрон. текстовые данные. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 200 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33149.html>. - ЭБС «IPRbooks».

3. Семенов Б.Ю. Силовая электроника. Профессиональные решения [Электронный ресурс] / Б.Ю. Семенов. - Электрон. текстовые данные. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2011. - 416 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

65414.html. - ЭБС «IPRbooks».

4. Герасимов М.И. Цифровая электроника в устройствах управления: учеб. пособие / М.И. Герасимов. - Воронеж: ВГТУ, 2013. - 129 с.

5. Герасимов М.И. Цифровая схемотехника в устройствах управления: учеб. пособие [Электронный ресурс] / М.И. Герасимов. - Воронеж: ВГТУ, 2013. - 198 с.

6. Герасимов М.И. Функциональные узлы цифровой электроники: лабораторный практикум: учеб. пособие [Электронный ресурс] / М.И. Герасимов, И.А. Болдырев, А.С. Кожин. - Воронеж: ВГТУ, 2018. - 80 с.

7. Муконин А.К. Методические указания к лабораторным работам № 1-3 по дисциплине “Приводы роботов” для студентов специальности 220402 “Роботы и робототехнические системы” очной и очно-заочной форм обучения / ГОУВПО “Воронежский государственный технический университет”; сост. А.К. Муконин, С.С. Ревнев, В.А. Трубецкой. Воронеж, 2006. - 28 с.

8.Медведев В.А. Исследование основных элементов электронных схем и выпрямителей: методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Электроника и схемотехника» и «Силовая электроника» для студентов направления 13.03.02 « Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения /ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: В.А. Медведев, А.К. Муконин.- Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022.- 25 с.

8. Муконин А.К. Исследование транзисторных преобразователей и транзисторного электропривода: методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Силовая электроника» и «Теория электропривода» для студентов направления 13.03.02 « Электроэнергетика и электротехника»__ всех форм обучения /ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А.К. Муконин, В.А.Трубецкой,О.Г.Левина.- Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023.- 25 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное ПО

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic

- Компас-График LT;
- MatLAB;
- Adobe Acrobat Reader
- SMath Studio;
- Internet explorer.

Свободное ПО

- Skype
- Open Office

Отечественное ПО

- «Программная система для обнаружения текстовых заимствований учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»»
- Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиат-интернет»»
- Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ)
- Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>
- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>
- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru>
- Единая система конструкторской документации. URL: https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii
- Национальная электронная библиотека. URL: elibrary.ru
- All about circuits. Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация. Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>
- Netelectro. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>
- Marketelectro. Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг. Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>
- Библиотека Адрес ресурса: WWER <http://lib.wwer.ru/>
- Каталог электротехнического оборудования. URL: <https://electro.mashinform.ru;>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная проекционной аппаратурой.

2. Специализированная учебная лаборатория для исследования силовых преобразователей электрической энергии.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Силовые преобразователи» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			