

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ Бурковский А.В.
« 20 _____ » 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Силовая электроника»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электромеханика
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

/ Муконин А.К. /

Заведующий кафедрой
Электропривода, автоматике и
управления в технических
системах

/ Бурковский В.Л. /

Руководитель ОПОП

/ Тикунов А.В. /

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью дисциплины является изучение элементной базы силовой электроники, устройства, принципа действия и характеристик диодных и тиристорных выпрямителей, широтно-импульсных преобразователей, инверторов и преобразователей частоты

1.2. Задачи освоения дисциплины

1.2.1. Знание характеристик силовых полупроводниковых вентиляей, диодов, тиристоров, транзисторов.

1.2.2. Знание основных схем и принципа действия выпрямителей, широтно-импульсных преобразователей, автономных инверторов напряжения и преобразователей частоты.

1.2.3. Знание методов экспериментального исследования силовых электронных устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Силовая электроника» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Силовая электроника» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам тем

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	<p>знать основные элементы силовых электронных устройств; основные элементы силовых электронных устройств; основные элементы силовых электронных устройств</p> <p>уметь выполнять схемы силовых электронных устройств согласно требованиям ЕСКД; формулировать результаты выполненных экспериментальных исследований; осуществлять экспериментальные исследования по заданной методике</p> <p>владеть методами анализа силовых электронных устройств; современными средствами оформления результатов эксперимента в своей предметной области; навыками исследования электронных устройств с помощью измерительных приборов</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Силовая электроника» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	54	54
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	5

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.	СР С	Всего, час
1	Общие сведения о силовых электронных устройствах	Принцип импульсного регулирования потока энергии и обобщенная структура преобразовательного устройств (ПУ). Классификация ПУ. Основные показатели и характеристики преобразовательных устройств.	4	2		6	12
2	Основные элементы силовых электрон-	Силовые диоды, силовые транзисторы (биполярные,	6	3	8	8	25

	ных устройств	МОП, IGBT), транзисторные модули. Тиристоры (однооперационные, запираемые, оптронные).					
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 сетью 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			36	18	36	54	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 основные элементы силовых электронных устройств; основные элементы силовых электронных устройств; основные элементы силовых электронных устройств)	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять схемы силовых электронных устройств согласно требованиям ЕСКД; формулировать результаты выполненных экспериментальных исследований; осуществлять экспериментальные исследования по заданной методике	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами анализа силовых электронных устройств	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотрен-	Невыполнение работ в срок, предусмотрен-

	ройств; современными средствами оформления результатов эксперимента в своей предметной области; навыками исследования электронных устройств с помощью измерительных приборов		ный в рабочих программах	ный в рабочих программах
--	--	--	--------------------------	--------------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения, 8 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать основные элементы силовых электронных устройств; основные элементы силовых электронных устройств; основные элементы силовых электронных устройств)	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь выполнять схемы силовых электронных устройств согласно требованиям ЕСКД; формулировать результаты выполненных экспериментальных исследований; осуществлять экспериментальные исследования по заданной методике	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 методами анализа силовых электронных устройств; современными средствами оформления результатов эксперимента в своей предметной об-	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

	ласти; навыками исследования электронных устройств с помощью измерительных приборов					
--	---	--	--	--	--	--

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 вентиляей
 - б) плавным изменением сопротивления вентиляей
 - в) плавным регулированием напряжения управления силовых вентиляей
 - г) плавным регулированием тока управления силовых вентиляей
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 тиристоров 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

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

Не предусмотрено учебным планом

7.2.4 Примерный перечень вопросов к экзамену

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. Обобщённая 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.

7.2.5. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

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.

7.2.6 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения о силовых электронных устройствах	ПК-1	Тест
2	Основные элементы силовых электронных устройств	ПК-1	Тест.
3	Выпрямители	ПК-1	Защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту
4	Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока	ПК-1	Защита лабораторных работ
5	Инверторы и преобразователи частоты	ПК-1	Контрольная работа, защита лабораторных работ
6	Применение силовых электронных устройств в электроприводе	ПК-1	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. – Воронеж: Научная книга, 2008. – 251 с.

2. Белоус А.И. Полупроводниковая силовая электроника [Электронный ресурс] / А.И. Белоус, С.А. Ефименко, А.С. Турцевич. — Электрон. текстовые данные. — М.: Техносфера, 2013.— 228 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31876.html>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Основы силовой электроники. Силовые полупроводниковые приборы: учебное пособие / А.А. Богомяков, Н.А. Голов, Ю.А. Евсеев [и др.] ; под редакцией Ф.И. Ковалева, В.А. Усачева. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2012. — 247 с. — ISBN 978-5-7038-3441-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106448>.

4. 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.

5. 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.- Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023.- 28 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 программное обеспечение

1. LibreOffice;
2. Apache OpenOffice 4.1.11;
3. Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic;
4. Acrobat Pro 2017 Multiple Platforms Russian AOO License TLP;
5. FEMM 4.2;
6. SciLab;
7. MATLAB Classroom;
8. Simulink Classroom.

Отечественное ПО

1. «Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ»».
2. Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиатинтернет»».
3. Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ).
4. Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

1. <http://window.edu.ru>
2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

1. Электротехника. Сайт об электротехнике
Адрес ресурса: <https://electrono.ru>
2. Электротехнический портал
<http://электротехнический-портал.рф/>
3. Силовая электроника для любителей и профессионалов
Адрес ресурса: <http://www.multikonelectronics.com/>
4. Netelectro

Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации.

Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

5. 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/>

6. Электромеханика

Адрес ресурса: <https://www.electromechanics.ru/>

7. Electrical 4U

Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник»

Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>

8. 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>

9. Библиотека ООО «Электропоставка»

Адрес ресурса: <https://elektropostavka.ru/library>

10. Электрик

Адрес ресурса: <http://www.electrik.org/>

11. Чертижи.ru

Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

12. Электроспец

Адрес ресурса: <http://www.elektrospets.ru/index.php>

13. Библиотека WWER

Адрес ресурса: <http://lib.wwer.ru>

14. Единая система конструкторской документации.

Адрес ресурса: https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoj_dokumentatsii //

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Специализированная учебная лаборатория для исследования электротехнических и электронных устройств.

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

По дисциплине «Силовая электроника» читаются лекции, проводятся лабораторные работы и практические занятия, выполняется курсовой проект

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета силовых электронных устройств. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 экзаменом, экзаменом 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	<p>Добавить в перечень учебной литературы методические указания «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.- Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023.- 28 с.</p>	29.03.2023	<p>В.Л.Бурковский</p> 