

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.05

(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Силовая электроника

(наименование дисциплины)

13.03.03 Энергетическое машиностроение

по направлению подготовки (специальности)

Двигательные установки беспилотных мобильных систем

направленность (профиль)/специализация

Форма обучения: заочная

Год набора: 2025

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр/курс	4	Итого
Форма контроля	Зачет, КП	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	1,5	1,5
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	5,75	5,75
Самостоятельная работа	134,5	134,5
Контроль	3,75	3,75
Итого	144	144

Рабочую программу составил:

доцент, к.т.н., доцент Позднов М.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности)

13.03.03 Энергетическое машиностроение

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2031 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

Промышленная электроника

(протокол заседания № 7 от «24» февраля 2026 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – усвоение студентами на уровне применения современных принципов и методов построения и исследования полупроводниковых преобразовательных устройств (ППУ).

2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: базируется на знаниях и навыках полученных при изучении дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Схемотехника»

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

-Подготовка ВКР

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Способен использовать в конструкции беспилотных мобильных систем и комплексов электрические силовые агрегаты	ПК-1.1 Проведение поисковых исследований по созданию перспективных энергетических установок беспилотных мобильных систем и комплексов и их компонентов ПК-1.2 Участвует в выполнении экспериментов и оформлении результатов исследований и разработок ПК-1.3 Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований ПК-1.4 Участвует в подготовке элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	Знать: назначение, классификацию и основные характеристики силовых полупроводниковых преобразовательных устройств; принципы построения неуправляемых и управляемых выпрямителей, фильтров и импульсных преобразователей постоянного напряжения; основные подходы к поиску и анализу научно-технической информации по перспективным энергетическим установкам беспилотных мобильных систем. Уметь: анализировать схемы силовых электронных устройств, выбирать и обосновывать элементы преобразовательной техники для электрических силовых агрегатов; выполнять оценочные расчеты характеристик преобразователей; оформлять результаты лабораторных и практических исследований в виде отчетов и элементов технической документации. Владеть: навыками работы с методиками исследования и расчета силовых преобразовательных устройств; навыками

		обработки и анализа экспериментальных данных и научно-технической информации; навыками подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов работ по энергетическим установкам и их компонентам.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр/курс	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Введение.	Лек, Ср	Назначение, классификация, основные характеристики выпрямителей. Общие подходы к построению силовых электронных устройств.	4	12,25		-	Контрольная раб
Модуль 1. Неуправляемые выпрямители	Лек, Ср	Однофазные однополупериодные выпрямители. Однофазные двухполупериодные выпрямители. Мостовой выпрямитель. Коммутация токов в выпрямителях. Трехфазные выпрямители с нулевым выводом.	4	26		-	Контрольная раб
Модуль 2. Управляемые выпрямители	Лек, Ср	Управляемый однофазный выпрямитель при статической нагрузке. Активная нагрузка. Активно-индуктивная нагрузка.	4	26		-	Контрольная раб
	Лек, Ср	Мостовой управляемый выпрямитель трехфазного тока. Общие сведения, соотношения, диаграммы работы при изменении угла управления. Регулировочная характеристика. Общее сравнение характеристик выпрямителей.	4	26		-	Контрольная раб
Модуль 3. Фильтры	Лек, Ср	Высшие гармонические в кривой первичного тока. Основные типы входных фильтров. Высшие гармонические в кривой выходного напряжения выпрямителя. Основные типы фильтров для корректировки формы входного тока.	4	26		-	Контрольная раб
Модуль 4. Импульсные преобразователи постоянного напряжения	Лек, Ср	Принципы построения импульсных преобразователей постоянного напряжения. Базовые схемы силовых однотактных ИППН первого, второго и третьего рода.	4	26		-	Контрольная работа.

		Трансформаторные и двухтактные модификации ИППН.					
Курсовой проект	КП	Выполнение курсового проекта по тематике преобразовательной техники.	4	1,5	-	-	Защита курсового проекта
	ПА		4	0,25		-	-
Итого:				144	100		

5. Образовательные технологии

1. Технологии традиционного обучения
 - 1.1. Лекционные занятия
 - 1.2. Практические задания
 - 1.3. Самостоятельная работа
 - 1.4. Лабораторные занятия
 - 1.5. Индивидуальные домашние задания (в качестве вопроса к защите лабораторной работы)
2. Технология модульного обучения
 - 2.1. Разбитие преподаваемого материала на отдельные модули
3. Технология проблемного обучения
 - 3.1. Эвристическая беседа
 - 3.2. Дискуссия
 - 3.3. Учебное исследование
4. Технология обучения в сотрудничестве
 - 4.1. Разбиение студентов на команды для решения конкретных задач
5. Интерактивные технологии
 - 5.1. Демонстрационный метод обучения
 - 5.2. Работа в группах
 - 5.3. Эвристическая беседа

6. Методические указания по освоению дисциплины

Рекомендуется посещение лекционных занятий; самостоятельное изучение материала; выполнение, оформление и защита лабораторных работ.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр/курс	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства ¹
4	ПК – 1	Отчеты по лабораторным и практическим работам

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Выполнение и защита лабораторных работ

Типовой пример задания:

Выполнить работу

Краткое описание и регламент выполнения

Критерии оценки:

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 6

№ п/п	Вопросы
1	В какой последовательности исторически развивались преобразователи. Основные направления развития полупроводниковых приборов. Перечислите достоинства полупроводниковых преобразователей.
2	Какие основные типы преобразовательных устройств вы знаете(определения, структурные схемы)?
3	Структурная схема с замкнутой системой преобразования переменного напряжения в постоянное. Структурная схема замкнутой системы преобразования постоянного напряжения в переменное (изобразить схемы, описать блоки).
4	Приведите структурную схему типичного выпрямителя, опишите назначение ее блоков. Изобразите принципиальные схемы базовых схем выпрямителей, подпишите их названия.
5	Классификация схем выпрямителей. Перечислите эксплуатационные характеристики выпрямителей.
6	Нарисуйте эквивалентную схему и временные диаграммы работы однофазного однополупериодного выпрямителя, работающего на активную нагрузку. Опишите его работу.
7	Основные показатели работы однофазного однополупериодного неуправляемого выпрямителя: связь среднего значения выпрямленного напряжения со входным напряжением (вывод формулы), средний ток вентилей, максимальное напряжение на вентиле
8	Основные показатели работы однофазного однополупериодного неуправляемого выпрямителя: коэффициент пульсаций напряжения на нагрузке, внешняя характеристика (аналитическая и графическая, пояснить ее вид). По каким характеристикам выбираются диоды выпрямителя?
9	Опишите недостатки и преимущества однофазного однополупериодного выпрямителя по сравнению с другими выпрямителями.
10	Изобразите схему выпрямителя на диодах с выводом нулевой точки трансформатора, его эквивалентную схему, временные диаграммы работы, поясните работу этого выпрямителя на активную нагрузку.
11	Изобразите схему выпрямителя мостового типа на диодах, приведите его временные диаграммы работы, объясните работу этого выпрямителя на активную нагрузку.
12	Основные показатели работы выпрямителя на диодах с выводом нулевой точки трансформатора при работе на активную нагрузку: связь среднего напряжения на нагрузке со входным (вывод), коэффициент пульсаций напряжения на нагрузке, частота пульсаций выходного напряжения, средний ток вентилей, максимальное напряжение на вентиле, расчетная мощность трансформатора.
13	Укажите основные преимущества и недостатки мостовой схемы выпрямителя на диодах, сравнивая ее с однополупериодной схемой и однофазной схемой с нулевой точкой.
14	Что такое период коммутации? От каких параметров он зависит (показать выводом g) для однофазного однополупериодного выпрямителя? Какие характерные этапы (состояния) проходит выпрямитель в работе при учете коммутационных явлений?
15	Как влияет коммутация на выходное напряжение в однофазном выпрямителе с нулевой точкой, почему? Изобразите диаграммы работы выпрямителя на диодах при коммутации (напряжение на нагрузке, напряжения на обмотках, токи вентилей, входной ток выпрямителя, входное напряжение на выпрямителе). Опишите его работу.
16	Вывести уравнение внешней характеристики однофазного выпрямителя на диодах с нулевой точкой с учетом коммутации. Почему внешняя характеристика у выпрямителя при учете коммутаций падающая?
17	Как происходит коммутация в мостовом однофазном выпрямителе при наличии индуктивной нагрузки выпрямителя (показать диаграммами и пояснить)?

№ п/п	Вопросы
18	Как и почему процессы коммутации влияют на сдвиг фаз потребляемого выпрямителем тока и входного напряжения на однофазном выпрямителе с нулевой точкой, показать диаграммами? На какие характеристики это влияет? Вывести формулу изменения среднего значения напряжения на нагрузке в результате коммутации.
19	Трехфазный выпрямитель с нулевой точкой на диодах (принципиальная схема, эквивалентная схема замещения, временные диаграммы работы на активную нагрузку, пояснение работы).
20	Основные соотношения для трехфазного выпрямителя с нулевой точкой на диодах: зависимость постоянной составляющей выходного напряжения от напряжения на обмотках выпрямителя (вывести формулу), максимальное напряжение на вентилях, среднее значение тока вентилей, коэффициент пульсаций выходного напряжения, частоты пульсаций первой гармоники выходного напряжения.
21	Приведите соотношения для трехфазного неуправляемого выпрямителя с нулевым выводом необходимые для выбора вентилей. В какой момент происходит переключение вентилей в трехфазном выпрямителе с нулевой точкой, почему? Почему в трехфазном выпрямителе с выводом нулевой точки трансформатора существует магнитный поток вынужденного намагничивания? Сколько коммутаций вентилей за период сетевого напряжения имеет трехфазная схема с нулевой точкой (поясните на диаграмме выходного напряжения)?
22	Работа трёхфазного мостового неуправляемого выпрямителя (принципиальная схема, диаграммы работы: фазные напряжения, напряжение на нагрузке, ток в фазе и напряжение фазы, токи вентилей, принцип работы, последовательность переключений).
23	Основные соотношения для трехфазного неуправляемого мостового выпрямителя: среднее напряжение на нагрузке (вывод формулы), максимальное напряжение на вентиле, средний ток вентилей, коэффициент пульсаций выходного напряжения, частота пульсаций выходного напряжения. Основные недостатки и преимущества трехфазной мостовой схемы .
24	Коммутация тока в трехфазном неуправляемом мостовом выпрямителе (вывод напряжения на нагрузке с учетом коммутационных процессов, показать на диаграмме линейных напряжений процесс коммутации, привести зависимость угла коммутации от параметров выпрямителя).
25	Внешняя характеристика трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя при учете коммутации. От чего и как зависит среднее выходное напряжение на выходе выпрямителя при учете коммутационных процессов?
26	Регулировочные характеристики в схеме однофазного управляемого выпрямителя с нулевой точкой, работающего на активную и индуктивную нагрузки (схема выпрямителя, графические зависимости регулировочных характеристик, их аналитический вывод).
27	Пояснить работу однофазного управляемого выпрямителя с нулевой точкой при активной и индуктивной нагрузках (схема, временные диаграммы), указать отличия в работе при этих нагрузках.
28	Пояснить работу однофазного управляемого выпрямителя с нулевой точкой при активной и индуктивной нагрузках (схема, временные диаграммы), указать отличия в работе при этих нагрузках.
29	Работа трехфазного мостового управляемого выпрямителя (диаграммы: фазных напряжений, выходного напряжения, токов в вентилях, ток одной из фаз и напряжение на ней). Уравнение семейства внешних характеристик мостового управляемого выпрямителя трехфазного тока (пояснить характер).

№ п/п	Вопросы
30	Основные соотношения для мостового управляемого трехфазного выпрямителя: зависимость выходного среднего напряжения от угла управления (вывод соотношений), средний ток вентиля, максимальное напряжение на вентиле.
31	Регулировочные характеристики для мостового трехфазного выпрямителя для разных типов нагрузок (вывести аналитические зависимости, показать графические зависимости).
32	Высшие гармонические в кривой первичного тока (постановка проблемы, принципиальные схемы фильтров).
33	Типы фильтров для уменьшения высших гармонических в токе сети.
34	Высшие гармонические в кривой выходного напряжения (постановка проблемы, методы решения).
35	Емкостной, LC, RC – фильтры (применение, соотношения для выбора параметров, особенности). В каких выпрямителях, известного вам типа, коэффициент пульсаций выходного напряжения наименьший?
36	Однофазный двухполупериодный инвертор ведомый сетью (схема, принцип работы, условия инвертирования).
37	Обобщенная регулировочная характеристика (уравнение, график, пояснение). Входные характеристики инвертора (аналитическое выражение, графическое представление, пояснение характеристик).
38	Импульсные преобразователи напряжения (назначение, методы регулирования, особенности).
39	ИППН-1 (схема, описание работы, режимы работы, диаграммы).
40	Соотношения работы ИППН-1: коэффициент преобразования напряжения (вывод), индуктивность дросселя для перехода в режим непрерывных токов (вывод).
41	ИППН-2 (схема, описание работы, режимы работы, диаграммы).
42	Соотношения работы ИППН-2: коэффициент преобразования напряжения (вывод), индуктивность дросселя для перехода в режим непрерывных токов (вывод).
43	ИППН-3(схема, описание работы, режимы работы, диаграммы).
44	Соотношения работы ИППН-3: коэффициент преобразования напряжения (вывод), индуктивность дросселя для перехода в режим непрерывных токов (вывод).
45	Приведите сравнение базовых ИППН (выходное напряжение, максимальное напряжение на ключах, прерывность токов вход-выход). Недостатки базовых ИППН. Сравните непрерывный и прерывистый режим ИППН.
46	Трансформаторный ИППН-1 и трансформаторный ИППН-3 (схема, принцип работы, особенности работы).
47	Двухтактный полумостовой и мостовой ИППН (схемы, принцип работы, сравнение, особенности работы).
48	Двухтактный ИППН с нулевой точкой (схема, работа, недостатки)
49	Защита от перенапряжений транзисторов ИППН (схемы, принцип работы, особенности).

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр/курс	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	Зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	Студент набрал 55 и более баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«не зачтено»	Студент набрал 0-54 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.

7.3.3 Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Оценки	Критерии и нормы оценки
«отлично»	1.Работа сдана в срок по графику. 2.В пояснительной записке все разделы выполнены правильно , либо с незначительными неточностями.
«хорошо»	1.Работа сдана в срок по графику. 2.В пояснительной записке все разделы выполнены правильно, допускается 1-2 ошибок, влияющих на параметры устройства, но не влияющих на работоспособность.
«удовлетворительно»	1.Работа сдана не в срок. 2.В пояснительной записке разделы имеют, от 3 до 4 ошибок, влияющих на параметры устройства, но не влияющих на работоспособность.
«неудовлетворительно»	1.Работа сдана не в срок. 2.В пояснительной записке разделы имеют, ошибки, влияющие на работоспособность устройства.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Юркевич, В. Д.	Юркевич, В. Д. Математические модели устройств силовой электроники : учебное пособие / В. Д. Юркевич. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2023. — 92 с. — ISBN 978-5-7782-4855-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/155663.html (дата обращения: 07.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Учебное пособие	2023	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Волков, Д. В.	Волков, Д. В. Силовая электроника. Силовые преобразователи в электроприводе : учебное пособие / Д. В. Волков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 93 с. — ISBN 978-5-4497-3379-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/142257.html (дата обращения: 07.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Учебное пособие	2024	ЭБС "ZNANIUM.COM"

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Позднов М. В.	Позднов М. В. Основы преобразовательной техники : учеб.-метод. пособие по выполнению курс. проекта / М. В. Позднов ; ТГУ ; Ин- т энергетики и электротехники ; каф. "Пром. электроника". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 22 с. : ил. - Библиогр.: с. 20. - Прил.: с. 21-22. - 50-15.	Учебное пособие	2013	48
2	М. В. Позднов, И. М. Чуркин	Основы преобразовательной техники : лаб. практикум для спец. 210106. Ч. 1 / ТГУ ; каф. "Пром. электроника" ; [сост. М. В. Позднов, И. М. Чуркин]. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 45 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - 6-69.	Учебное пособие	2007	48

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- 1.Силовая электроника [Электронный ресурс] : научно-практ. журнал / Электрон. Журн.-Москва .- Режим доступа к журн.: <http://www.power-e.ru/>
- 2.Практическая силовая электроника [Электронный ресурс] : науч.-тех. Журнал / электрон. журн. - Москва: ЗАО "ММП-Ирбис".- Режим доступа к журн.: <http://www.mmp-irbis.ru/>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Matlab / Simulink 2014	5	Договор №2023/12 5 лет

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования
1	Э-511 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические двухместные (моноблок) , столы ученические трехместные (моноблок) стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая).
2	Э-512 Лаборатория "Твердотельная электроника, электрические цепи и схемотехника". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.	Столы ученические двухместные, стулья, ПК, экран, проектор, модернизированный стенд «Луч 87», стенды лабораторные МКС-51п/а 503, мониторы Samsung740N, мониторы LG Flartron, монитор Samsung 763mb, монитор Samsung 750S, системные блоки microtech, осциллограф С1-68, осциллограф С1-118, жалюзи.
3	Г-401 Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Столы, стулья, компьютеры