

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 10.06.2024 09:17:25  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

**Бюджетное учреждение высшего образования**  
Ханты-Мансийского автономного округа-Югры  
"Сургутский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

13 июня 2024г., протокол УМС №5

# МОДУЛЬ ДИСЦИПЛИН ПРОФИЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

## Силовая электроника

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиоэлектроники и электроэнергетики**

Учебный план b130302-Энерг-24-3.plx  
13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  
Направленность (профиль): Электроэнергетические системы и сети

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: экзамены 5
в том числе:		
аудиторные занятия	64	
самостоятельная работа	53	
часов на контроль	27	

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	17 2/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64	64	64	64
Сам. работа	53	53	53	53
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, Владимиров Леонид Вячеславович*

Рабочая программа дисциплины

**Силовая электроника**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

составлена на основании учебного плана:

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль): Электроэнергетические системы и сети

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 13.06.2024 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Радиоэлектроники и электроэнергетики**

Зав. кафедрой к.ф.-м.н., доцент Рыжаков В.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Целями освоения дисциплины «Силовая электроника» являются получение обучающимися знаний в области построения, анализа и расчета устройств силовой преобразовательной техники, формирование теоретической базы по принципу действия силовых электронных приборов, классификации, принципам действия и основным электромагнитным процессам в полупроводниковых преобразователях энергии, областям применения силовых преобразовательных устройств.
-----	--

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Компьютерное моделирование электрических цепей и устройств
2.1.2	Электроника
2.1.3	Теоретические основы электротехники
2.1.4	Физика
2.1.5	Высшая математика
2.1.6	Инженерная математика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Электрический привод
2.2.2	Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем
2.2.3	Электромагнитная совместимость в электрических сетях
2.2.4	Электроснабжение
2.2.5	Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>УК-1.1:</b>	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.
<b>УК-1.2:</b>	Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи
<b>УК-1.3:</b>	Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов
<b>ПК-1.2:</b>	Определяет состав, структуру, характеристики, принципы и правила построения и технологического функционирования электроэнергетических систем и сетей, оборудования подстанций и цифровых подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства и их элементов
<b>ПК-2.1:</b>	Подготавливает исходные данные для разработки комплекта проектной документации на электроэнергетические системы и сети, подстанции электрических сетей, системы электроснабжения объектов капитального строительства и их элементы
<b>ПК-2.2:</b>	Проводит расчеты, необходимые для проектирования электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства и их элементов
<b>ПК-2.3:</b>	Определяет оптимальные технические решения при проектировании электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства и их элементов
<b>ПК-3.5:</b>	Проводит измерения, необходимых для проектирования электроэнергетических систем и их элементов
<b>ПК-4.16:</b>	Разрабатывает и представляет презентационные материалы по проекту на объект профессиональной деятельности, по результатам выполнения работ
<b>ПК-5.4:</b>	Проводит схематизацию и разрабатывает схемы, классифицирующие и поясняющие создание и применение объектов электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства, содержание сферы профессиональной деятельности
<b>ПК-5.5:</b>	Оценивает показатели производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости объектов электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства

**ПК-5.10:** Разрабатывает конструкторскую документацию на различных стадиях проектирования, включая подготовку электронного и бумажного экземпляров текстовой и графической частей проектной документации электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Основные схемные решения при проектировании и моделировании силовых преобразовательных устройств.
3.1.2	Устройство, принцип действия, характеристики и параметры основных полупроводниковых элементов электронных устройств.
3.1.3	Основные характеристики преобразовательных устройств в различных режимах работы.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Выполнять работы по расчету и проектированию силовых преобразователей в соответствии с техническими заданиями.
3.2.2	Производить выбор силовых полупроводниковых устройств.
3.2.3	Анализировать процессы и явления, происходящие в полупроводниковых преобразователях электрической энергии.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	<b>Раздел 1. Элементы силовой электроники</b>					
1.1	Лекция №1. Силовые диоды и их параметры. Статические и динамические характеристики, схема замещения силового диода. Лекция №2. Силовые тиристоры и их параметры. Статические и динамические характеристики тиристоров. Переходные процессы при коммутациях. /Лек/	5	4	УК-1.1 УК-1.2 ПК-5.5	Л1.1 Л1.2 Л2.2 Э1 Э2	
1.2	Практическое занятие №1. Построение характеристики силового диода с помощью программы моделирования электрических схем. /Пр/	5	2	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.2 ПК-4.16 ПК-5.5 ПК-5.10	Л1.1 Л1.2 Л2.2 Л3.1 Э1 Э2	
1.3	Повторение пройденного материала, подготовка к устному опросу. /Ср/	5	8	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.2 ПК-4.16 ПК-5.5 ПК-5.10	Л1.1 Л1.2 Л2.2 Л3.1 Э1 Э2	
	<b>Раздел 2. Неуправляемые выпрямители</b>					
2.1	Лекция №3. Однофазные одно и двухполупериодные неуправляемые выпрямители. Основные соотношения в схемах. Лекция №4. Работа однофазного неуправляемого выпрямителя на активную, активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузку. Нагрузка с противо-ЭДС. Внешняя характеристика выпрямителя. Лекция №5. Трехфазные неуправляемые выпрямители. Выпрямитель с нулевым выводом трансформатора. Мостовой выпрямитель. Основные соотношения в схемах. /Лек/	5	6	УК-1.3 ПК-5.4 ПК-5.5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	

2.2	Практическое занятие №2. Выбор полупроводниковых элементов для схем неуправляемых выпрямителей. Практическое занятие №3. Расчет характеристик однофазных неуправляемых выпрямителей. Решение типовых задач по однофазным неуправляемым выпрямителям. Практическое занятие №4. Расчет характеристик трехфазных неуправляемых выпрямителей. Решение типовых задач по неуправляемым выпрямителям. /Пр/	5	6	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.2 ПК-5.4 ПК-5.5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э1 Э2	
2.3	Лабораторная работа №1 Исследование однофазного двухполупериодного выпрямителя при работе на активно-индуктивную нагрузку. Лабораторная работа №2 Исследование трехфазного двухполупериодного выпрямителя при работе на активно-индуктивную нагрузку. /Лаб/	5	8	УК-1.1 УК-1.2 ПК-3.5 ПК-4.16 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.10	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Л3.2 Э1	
2.4	Повторение пройденного материала, подготовка отчетов по ПЗ и ЛР. /Ср/	5	10	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-2.2 ПК-4.16 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.10	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Л3.2 Э1	
<b>Раздел 3. Управляемые тиристорные выпрямители</b>						
3.1	Лекция №6. Однофазные и трехфазные управляемые выпрямители. Влияние индуктивности в цепи нагрузки на работу выпрямителей. Лекция №7. Процессы коммутации в управляемых выпрямителях, коэффициент мощности и КПД. Лекция №8. Системы управления вентильными преобразователями. Системы импульсно-фазового управления (СИФУ) с горизонтальным и вертикальным регулированием. Цифровые СИФУ. Лекция №9. Энергетические показатели выпрямителей, качество выпрямленного напряжения и пути их улучшения. /Лек/	5	8	ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-5.4 ПК-5.5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э1	
3.2	Практическое занятие №5. Расчет однофазного управляемого тиристорного выпрямителя. Решение типовых задач. Практическое занятие №6. Расчет трехфазного управляемого тиристорного выпрямителя. Решение типовых задач. /Пр/	5	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-5.4 ПК-5.5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Э1	
3.3	Лабораторная работа №3 Исследование однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя при работе на активно-индуктивную нагрузку. Лабораторная работа №4 Исследование трехфазного двухполупериодного управляемого выпрямителя при работе на активно-индуктивную нагрузку. /Лаб/	5	8	УК-1.1 УК-1.2 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-3.5 ПК-4.16 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.10	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Л3.2 Э1	

3.4	Повторение пройденного материала, подготовка отчетов по ПЗ и ЛР. /Ср/	5	14	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.16 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.10	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л3.1 Л3.2 Э1	
<b>Раздел 4. Преобразователи тока, напряжения, частоты</b>						
4.1	Лекция №10. Преобразователи переменного тока. Инверторы, ведомые сетью. Автономные инверторы тока. Лекция №11. Инверторы тока. Последовательно-параллельный инвертор тока. Инвертор тока с отсекающими вентилями. Инвертор тока с индуктивно-тиристорным регулятором. Инвертор тока с широтно- импульсной модуляцией. Лекция №12. Параллельный, последовательно-параллельный резонансный инвертор с закрытым входом. Последовательный инвертор с открытым выходом. Резонансные инверторы с вентилями обратного тока. Лекция №13. Преобразователи частоты. Преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока. Преобразователи частоты с непосредственной связью с естественной коммутацией тиристорov. Однофазный НПЧ с принудительной коммутацией. Преобразователь частоты с промежуточным звеном переменного тока. Лекция №14. Элементы защиты вентильных преобразователей. Требования, предъявляемые к системам защиты полупроводниковых преобразователей. Элементы защиты по току и напряжению. /Лек/	5	10	ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.3 ПК-5.4 ПК-5.5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.2	Практическое занятие №7. Расчет инвертора тока. Решение типовых задач. Практическое занятие №8. Расчет инвертора напряжения. Решение типовых задач. /Пр/	5	4	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-5.4 ПК-5.5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.3	Повторение пройденного материала, подготовка отчетов по ПЗ и ЛР. /Ср/	5	15	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-5.4 ПК-5.5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 5. Влияние преобразователей на качество электрической энергии</b>						

5.1	Лекция №15. Показатели качества электрической энергии. Лекция №16. Энергетические показатели и качество электрической энергии. Устройства, повышающие коэффициент мощности и показатели качества электрической энергии. /Лек/	5	4	ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.3 ПК-5.4 ПК-5.5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.2	Повторение пройденного материала. /Ср/	5	6	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-5.4 ПК-5.5	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 6. Контрольная работа</b>						
6.1	Проектирование неуправляемого выпрямителя /Контр.раб./	5	0	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-4.16 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.10	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 7. Промежуточная аттестация</b>						
7.1	Экзамен /Экзамен/	5	27	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-4.16 ПК-3.5 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.10	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

### 5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Москатов, Е. А.	Силовая электроника. Теория и конструирование: монография	Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023, электронный ресурс	1
Л1.2	Розанов Ю. К., Лепанов М. Г.	Силовая электроника: учебник и практикум для вузов	Москва: Юрайт, 2023, электронный ресурс	1

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
--	---------	----------	-------------------	----------

Л2.1	Онищенко Г. Б., Соснин О.М.	Силовая электроника: Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения: Учебное пособие	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023, электронный ресурс	1
Л2.2	Зиновьев Г. С.	Силовая электроника в 2 ч. Часть 1: Учебное пособие	Москва: Издательство Юрайт, 2018, электронный ресурс	1
Л2.3	Зиновьев Г. С.	Силовая электроника в 2 ч. Часть 2: Учебное пособие для бакалавров	Москва: Издательство Юрайт, 2018, электронный ресурс	1

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Семенов Б. Ю.	Силовая электроника. Профессиональные решения	Саратов: Профобразование, 2017, электронный ресурс	1
Л3.2	Буркин, Е. Ю.	Силовая электроника. Лабораторный практикум: учебное пособие	Томск: Томский политехнический университет, 2020, электронный ресурс	1

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам window.edu.ru
Э2	Портал об электроэнергетике, электрооборудовании otca.ru
Э3	Портал Системного оператора Единой энергосистемы России <a href="http://so-ups.ru">http://so-ups.ru</a>

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Операционные системы Microsoft, пакет прикладных программ Microsoft Office.
6.3.1.2	CAD системы AutoDesk AutoCAD 2014, 2016 (Russian)
6.3.1.3	программа схемотехнического моделирования Multisim
6.3.1.4	программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором Micro Cap

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Гарант-информационно-правовой портал. <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
6.3.2.2	КонсультантПлюс –надежная правовая поддержка. <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (доска, экран (стационарный или переносной), проектор). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
-----	---