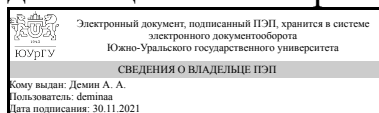


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт открытого и  
дистанционного образования



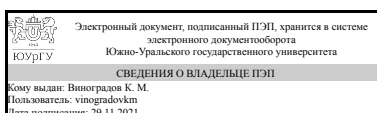
А. А. Демин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П1.17.01 Силовая электроника  
**для направления** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Техника, технологии и строительство

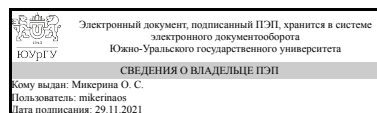
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



К. М. Виноградов

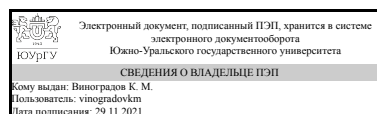
Разработчик программы,  
преподаватель (-)



О. С. Микерина

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы  
к.техн.н., доц.



К. М. Виноградов

## 1. Цели и задачи дисциплины

формирование системы профессиональных знаний и практических навыков по силовой электронике; - изучить элементную базу, схемотехнику и применение устройств электроники - изучить структуру электронных ключей, их вольт - амперные характеристики и временные диаграммы; - сформировать компетенции учебной, профессиональной и исследовательской работы.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла (Б.3.03). Она непосредственно связана с дисциплинами математического и естественнонаучного цикла (физики, химии, теоретические основы электротехники) и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения. «Силовая электроника» – комплексная дисциплина. Она включает в себя разделы курсов: «Силовые электронные ключи», «Элементная база и типовые узлы систем управления», «Пассивные элементы и их охладители силовых электронных приборов», «Преобразователи с сетевой коммутацией», «Инверторы, преобразователи частоты и регуляторы переменного тока на полностью управляемых ключах» Для достижения целостности дисциплины все разделы и темы должны излагаться с единых позиций техники высоких напряжений, логически дополняя друг друга.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Знает: Принципы действия вентильных преобразователей, их характеристики и параметры Умеет: Рассчитывать параметры элементов силовых схем вентильных преобразователей Имеет практический опыт: Разработки простых силовых схем вентильных преобразователей
ПК-3 Способен участвовать в научно-исследовательской работе по видам профессиональной деятельности	Знает: Основы расчета схем вентильных преобразователей Умеет: Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет Имеет практический опыт: Исследования объектов силовой электроники

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Физические основы электроники, Производственная практика, научно-исследовательская работа (4 семестр)	Теория автоматического управления, Автоматизация типовых технологических процессов, Электроснабжение,

	<p>Электрические станции и подстанции,          Теория электропривода,          Системы управления электроприводов,          Теория нелинейных и импульсных систем регулирования,          Методы автоматизированного проектирования электроприводов,          Микропроцессорные системы управления электроприводов,          Электрический привод,          Преобразовательная техника,          Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике,          Электрические и электронные аппараты,          Моделирование электропривода,          Техника высоких напряжений,          Помехоустойчивость систем управления преобразователей,          Моделирование электронных устройств</p>
--	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Физические основы электроники	<p>Знает: Принцип действия диодов, транзисторов, тиристоров, интегральных микросхем, их характеристики и параметры; основы расчета простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей</p> <p>Умеет: Использовать методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей для расчета простейших схем силовых преобразователей на основе полупроводниковых приборов</p> <p>Имеет практический опыт: Моделирования простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей</p>
Производственная практика, научно-исследовательская работа (4 семестр)	<p>Знает: Методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>Умеет: Применять физико-математический аппарат для подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований по заданной методике</p> <p>Имеет практический опыт: Поиска, критического анализа и синтеза информации</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 92,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
--------------------	-------------	----------------------------

		в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180	
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	80	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	32	32	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе № 1 «Исследование схем трехфазных управляемых выпрямителей». Построение временных диаграмм сигналов для трехфазной мостовой (нулевой) схем выпрямления. Расчет угла коммутации и основных параметров схемы выпрямителя	18	18	
подготовка к экзамену	35,5	35,5	
Подготовка к практическим занятиям	16	16	
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе № 7 «Исследование источника вторичного электропитания». Расчет регулировочной характеристики, определение максимального тока через транзистор, мощности, рассеиваемой на защитном стабилитроне	18	18	
Консультации и промежуточная аттестация	12,5	12,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Полупроводниковые приборы силовой электроники	14	8	2	4
2	Системы управления преобразователями	12	6	2	4
3	Коммутирующие устройства силовой электроники	18	6	4	8
4	Однофазные и многофазные выпрямители на диодах, тиристорах и транзисторах	18	6	4	8
5	Инверторы, преобразователи частоты и регуляторы переменного тока на полностью управляемых ключах	18	6	4	8

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Цели, задачи и содержание дисциплины. Обобщенная схема управления силовым оборудованием. Основные виды преобразователей электрической энергии, применяемых в силовой электронике, их классификация и элементная база. Полупроводниковые приборы силовой электроники. Особенности построения и работы запираемых силовых тиристоров, мощных полевых транзисторов MOSFET, биполярных транзисторов с изолированным затвором IGBT.	4
2	1	Последовательное и параллельное соединение диодов, тиристоров и транзисторов. Методы и средства защиты силовых элементов. Прямые	4

		преобразователи частоты с естественной коммутацией тиристорov	
3	2	Принцип прямого преобразования частоты тиристорными преобразователями. Уменьшение искажений выходного напряжения преобразователя частоты	6
4	3	Общая характеристика силовых полупроводниковых ключей и модулей. Сравнение силовых электронных ключей. Ключевые схемы на тиристорах, биполярных и полевых транзисторах. Назначение, основные характеристики, выбор параметров.	6
5	4	Общие требования. Принципы выпрямления. Основные схемы выпрямления. Характеристики выпрямителей. Однофазные, трехфазные схемы выпрямления	6
6	5	Инверторы. вводимые сетью. Принцип действия инвертора, ведомого сетью Однофазные, трехфазные инверторы напряжения	6

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Силовые электронные ключи. Расчет и выбор силовых диодов, выполнение схем. Силовые транзисторы. Определение параметров по характеристикам	2
2	2	Тиристоры. Расчет и выбор тиристорov, выполнение схем. Определение параметров по характеристикам	2
3	3	Расчет усилителя мощности на транзисторах Ключевые схемы на тиристорах, биполярных и полевых транзисторах. Назначение, основные характеристики, выбор параметров.	4
4	4	Управляемый выпрямитель на диодах и тиристорах. Его характеристики, временные диаграммы при работе на различные типы нагрузок	4
5	5	Выпрямители. По заданным параметрам диодов произвести расчет и выполнить схемы выпрямления. Инверторные режимы работы. Инверторы напряжения. Расчет и выбор однофазных, трехфазных инверторов.	4

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Исследование полупроводникового диода Исследование биполярного и полевого транзисторov Исследование усилительных каскадов на биполярных транзисторах	4
2	2	Исследование схемы усилителя медленно изменяющихся сигналов (УПТ), выполненного на интегральной микросхеме, и методов повышения его стабильности	4
3	3	Исследование схемы усилителя медленно изменяющихся сигналов (УПТ), выполненного на интегральной микросхеме, и методов повышения его стабильности	4
4	3	Исследование схемы усилителя медленно изменяющихся сигналов (УПТ), выполненного на интегральной микросхеме, и методов повышения его стабильности	4
5	4	Исследование схем электронных ключей. Исследование схем усилителей переменного тока	4
6	4	Исследование схем электронных ключей. Исследование схем усилителей переменного тока	4

7	5	Исследование однофазных выпрямителей и сглаживающих фильтров Исследование управляющего тиристорного выпрямителя. Изучение автономного инвертора тока.	4
8	5	Исследование однофазных выпрямителей и сглаживающих фильтров Исследование управляющего тиристорного выпрямителя. Изучение автономного инвертора напряжения.	4

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе № 1 «Исследование схем трехфазных управляемых выпрямителей». Построение временных диаграмм сигналов для трехфазной мостовой (нулевой) схем выпрямления. Расчет угла коммутации и основных параметров схемы выпрямителя	ПУМД, осн. лит. 1, Гл. 4: §4.3.1, с. 109–113; §4.3.4, с. 118–120; Гл. 5: §5.1–5.4, с. 122–135; ПУМД, осн. лит. 2, Гл. 5: §5.2.2, с. 222–243; §5.2.3, с. 252–257; ПУМД, осн. лит. 3, Работа № 3, с. 30–40	5	18
подготовка к экзамену	ПУМД, осн. лит. 1, Гл. 10–11: с. 196–279; Гл. 13–17: с. 304–355; ПУМД, осн. лит. 2, Гл. 5: §5.2.3, с. 245–252; Гл. 6: §6.1–6.3, с. 296–329; Гл. 7: §7.1–7.2, с. 346–369; Гл. 8: §8.1–8.4, с. 393–426	5	35,5
Подготовка к практическим занятиям	ПУМД, осн. лит. 1, Гл. 10–11: с. 196–279; Гл. 13–17: с. 304–355; ПУМД, осн. лит. 2, Гл. 5: §5.2.3, с. 245–252; Гл. 6: §6.1–6.3, с. 296–329; Гл. 7: §7.1–7.2, с. 346–369; Гл. 8: §8.1–8.4, с. 393–426	5	16
Подготовка и оформление отчета по лабораторной работе № 7 «Исследование источника вторичного электропитания». Расчет регулировочной характеристики, определение максимального тока через транзистор, мощности, рассеиваемой на защитном стабилизаторе	ПУМД, осн. лит. 1, Гл. 16: с. 338–340; Гл. 17: §17.1–17.3, с. 341–350; ПУМД, осн. лит. 2, Гл. 6: §6.1, с. 296–298; §6.2.1, с. 298–301; §6.3.2, с. 324–329; ПУМД, осн. лит. 3, Работа № 12, с. 101–108	5	18

#### 6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

##### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	Тестовое задание №1	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен

2	5	Текущий контроль	Тестовое задание №2	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен
3	5	Текущий контроль	Тестовое задание №3	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен
4	5	Текущий контроль	Тестовое задание №4	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен
5	5	Текущий контроль	Тестовое задание №5	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен
6	5	Текущий контроль	Тестовое задание №6	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен
7	5	Текущий контроль	Тестовое задание №7	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен
8	5	Текущий контроль	Тестовое задание №8	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен
9	5	Текущий контроль	Тестовое задание №9	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен
10	5	Текущий контроль	Тестовое задание №10	5	10	Тест состоит из 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен
11	5	Текущий контроль	Отчет по лабораторной работе	10	5	Правильный ответ на 1-й вопрос соответствует 2 баллам; частично правильный ответ на 1-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на 1-й вопрос соответствует 0 баллов. Правильный ответ на 2-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Правильный ответ на 3-й вопрос соответствует 2 баллам; частично правильный ответ на 3-й вопрос соответствует 1 баллу; неправильный ответ на 3-й вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
12	5	Текущий контроль	Итоговое тестовое задание	40	50	Тест состоит из 50 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен
13	5	Промежуточная аттестация	Экзаменационный тест	-	60	Тест состоит из 60 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
ПК-1	Знает: Принципы действия вентильных преобразователей, их характеристики и параметры	+	+	+	+								+	+	
ПК-1	Умеет: Рассчитывать параметры элементов силовых схем вентильных преобразователей												+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Разработки простых силовых схем вентильных преобразователей												+	+	+
ПК-3	Знает: Основы расчета схем вентильных преобразователей						+	+	+	+			+	+	
ПК-3	Умеет: Выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет												+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: Исследования объектов силовой электроники												+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см.

#### б) дополнительная литература:

1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см.
2. Силовая электроника: Примеры и расчеты Пер. с англ. - М.: Энергоиздат, 1982. - 382 с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Силовая электроника

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Силовая электроника

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная	Электронный	Вентильные преобразователи постоянного и переменного тока



	литература	каталог ЮУрГУ	[Текст] : учеб. пособие по направлению 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника" / М. В. Гельман, М. М. Дудкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок ; ЮУрГУ <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000528219">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000528219</a>
2	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Схемотехника преобразователей с высокими энергетическими показателями [Текст] : метод. указания к самостоят. работе по направлению 140400.68 "Электроэнергетика и электротехника" / М. В. Гельман, М. М. Дудкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок ; ЮУрГУ <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000529229">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000529229</a>
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебно-методическое пособие / С. Г. Герман-Галкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1520-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/169382">https://e.lanbook.com/book/169382</a> (дата обращения: 29.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Негадаев, В. А. Силовая электроника : учебное пособие / В. А. Негадаев. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 126 с. — ISBN 978-5-00137-161-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/145145">https://e.lanbook.com/book/145145</a> (дата обращения: 29.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шустов, М. А. Основы силовой электроники / М. А. Шустов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2019. — 336 с. — ISBN 978-5-94387-890-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/139137">https://e.lanbook.com/book/139137</a> (дата обращения: 29.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Силовая электроника [Текст] : учеб. пособие к виртуальным лаб. работам по специальностям 140400.62 и 140400.68 / О. Г. Брылина, М. В. Гельман, М. М. Дудкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ , 2012 <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000515302">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000515302</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. ООО "ГарантУралСервис"-Гарант(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции		мультимедийная техника
Зачет, диф.зачет		мультимедийная техника

Практические занятия и семинары		мультимедийная техника
Лабораторные занятия		мультимедийная техника, лабораторные стенды