

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 "Уральский государственный университет путей сообщения"  
 (ФГБОУ ВО УрГУПС)

## Б1.В.ДВ.02.02 Элементы силовой электроники для электроснабжения инфраструктуры железнодорожного транспорта рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Электрические машины</b>		
Учебный план	13.06.01 ЭТа-2021.plx Направление - 13.06.01 "Электро- и теплотехника" Направленность - "Силовая электроника"		
Квалификация	<b>Исследователь. Преподаватель-исследователь</b>		
Форма обучения	<b>очная</b>		
Объем дисциплины (модуля)	<b>4 ЗЕТ</b>		
Часов по учебному плану	144	Часов контактной работы всего, в том числе:	42,5
в том числе:		аудиторная работа	38
аудиторные занятия	38	текущие консультации по практическим занятиям	2
самостоятельная работа	70	консультации перед экзаменом	2
часов на контроль	36	прием экзамена	0,5
Промежуточная аттестация и формы контроля:			
экзамен	2		

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	Неделя			
	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	20	20	20	20
Итого ауд.	38	38	38	38
Контактная работа	38	38	38	38
Сам. работа	70	70	70	70
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Знать типы силовых полупроводниковых и реактивных элементов, их параметры, области применения и выполнение требуемых норм электрических и конструктивных характеристик, а также рациональные схемы их включения в преобразователях электрической энергии
-----	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОП

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.02
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Знания в области теоретических основ электротехники, физических основ электроники, практических основ применения полупроводниковых приборов, а также электронной и электротехнической измерительной техники, приобретенные при освоении программ магистратуры и специалитета	
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

<b>ПК-4: способностью самостоятельно выполнять исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач в области электро- и теплотехники с использованием современной аппаратуры и методов исследования</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	самостоятельно анализировать различные виды полупроводниковых приборов
Уровень 2	осуществлять сравнение характеристик полупроводниковых приборов
Уровень 3	принципы выбора вида полупроводниковых приборов для применения в силовых электронных схемах
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	выбирать отдельные виды силовых полупроводниковых приборов для реализации схем преобразователей напряжения
Уровень 2	определять положительные и отрицательные свойства силовых полупроводниковых приборов различных типов
Уровень 3	ориентироваться в параметрах силовых полупроводниковых приборов
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	комплексом параметров полупроводниковых приборов для реализации выбора их применения
Уровень 2	единицами измерения и нормами предельно допустимых параметров полупроводниковых приборов
Уровень 3	методикой сравнения характеристик силовых полупроводниковых приборов с целью выбора наиболее оптимальных
<b>ПК-5: готовностью использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов научных исследований в области электро- и теплотехники</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	основные математические модели отдельных полупроводниковых приборов
Уровень 2	методы применения математических моделей для различных областей их применения
Уровень 3	наиболее эффективные виды моделей силовых полупроводниковых приборов
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	знаниями в области функционирования моделей и их корректного функционирования
Уровень 2	выбирать и применять различные виды моделей полупроводниковых приборов
Уровень 3	корректировать схемы моделей для получения требуемых результатов
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	различными видами математических моделей силовых полупроводниковых приборов для получения наиболее точных и корректных результатов анализа
Уровень 2	приемами критического анализа силовых полупроводниковых приборов, выполненного по результатам моделирования
Уровень 3	интегрировать полученные результаты для выполнения анализа и синтеза моделируемых схем
<b>ПК-6: знанием и готовностью к использованию инновационных технологий при разработке системы диагностики автоматизированного управления технологическими процессами в тепло- и электроэнергетике</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	-
Уровень 2	-

Уровень 3	направления развития принципов моделирования силовых полупроводниковых приборов
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	наиболее рационально применять современные методы моделирования силовых полупроводниковых приборов
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	приемами достаточно корректно обрабатывать результаты моделирования и получать практически достоверные результаты

<b>ПК-8: способностью проводить экспертизы, оценивать риск и устанавливать правила процессов проектирования, конструирования и эксплуатации приборов, устройств, установок, комплексов оборудования электро- и теплотехнического назначения</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	основные принципы проведения экспертизы силовых электронных схем
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	определять возможные риски, которые могут возникнуть в практических схемах преобразователей напряжения
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	приемами оценки испытательного и измерительного оборудования, применяемого при разработке силовых электронных схем

<b>УК-1: способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	современные отечественные и зарубежные достижения в области силовых полупроводниковых приборов
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	критически оценивать параметры существующих силовых полупроводниковых приборов
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	-
Уровень 2	-
Уровень 3	приемами делать выводы о целесообразности применения тех или иных силовых полупроводниковых приборов в силовых преобразователях электрической энергии

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	виды силовых полупроводниковых приборов для применения в устройствах и системах преобразования электрической энергии
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	анализировать и выбирать отдельные виды силовых полупроводниковых приборов для различных функциональных узлов преобразователей электрической энергии
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	нормативной базой существующих силовых полупроводниковых приборов для выбора наиболее подходящих для конкретного вида преобразователя электрической энергии

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

<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов (академических)</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Активные формы</b>
	<b>Раздел 1. Статические и динамические параметры биполярных транзисторов</b>					
1.1	Статические и динамические параметры биполярных транзисторов /Лек/	2	4	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
1.2	Сравнение параметров биполярных, МОП, IGBT-транзисторов и тиристоров по энергетическим и временным параметрам. /Пр/	2	4	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3	Дискуссия в группе , анализ конкретных ситуаций
1.3	Обзор известных силовых полупроводниковых приборов для применения в устройствах преобразования электрической энергии /Ср/	2	15	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 2. Статические и динамические параметры тиристоров</b>					
2.1	Статические и динамические параметры тиристоров /Лек/	2	4	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
2.2	Разработка схем силовых ключей на различных типах полупроводниковых приборов /Пр/	2	4	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3	Дискуссия в группе , анализ конкретных ситуаций
2.3	Формулирование функциональных, энергетических и эксплуатационных требований к силовой полупроводниковой элементной базе /Ср/	2	15	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 3. Статические и динамические параметры IGBTи МОП-транзисторов и других видов специальных транзисторов</b>					
3.1	Статические и динамические параметры IGBTи других видов специальных транзисторов /Лек/	2	4	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
3.2	Испытания разработанных силовых ключей на выявление их положительных и отрицательных качеств /Пр/	2	4	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3	Дискуссия в группе , анализ конкретных ситуаций
3.3	Обоснование выбора силовых транзисторных ключей для применения в преобразователях электроэнергии по предмету исследования /Ср/	2	15	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.4	Статические и динамические параметры МОП-транзисторов /Лек/	2	4	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
3.5	Определение вида силовых полупроводниковых приборов для реализации силовых схем для выбранного напряжения исследования /Пр/	2	4	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3	Дискуссия в группе , анализ конкретных ситуаций

3.6	Оценочная проверка знаний, полученных в результате изучения дисциплины /Ср/	2	15	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 4. Разработка схем силовых преобразователей электрической энергии с использованием элементов силовой электроники для инфраструктуры железнодорожного транспорта</b>						
4.1	Представление транзисторов в виде четырехполюсника в системе Н параметров /Лек/	2	2	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	
4.2	Разработка схем и структур силовых преобразователей электрической энергии для инфраструктуры железнодорожного транспорта /Пр/	2	4	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3	Дискуссия в группе , анализ конкретных ситуаций
4.3	Изучение материала лекций, подготовка к промежуточной аттестации /Ср/	2	10	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.4	Промежуточная аттестация /Экзамен/	2	36	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-8 УК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине, состоящий из ФОС для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, разрабатывается по каждой дисциплине и хранится на кафедре. Оценочные материалы дублируются на странице данного курса в системе электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт bb.usurt.ru), доступной через личный кабинет обучающегося.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю), включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок, примеры типовых заданий или иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков, используемых для промежуточной аттестации по дисциплине, приведен в приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

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

##### 6.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

###### 6.1.1. Основная учебная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Web-ссылка
Л1.1	Розанов Ю. К.	Основы силовой электроники: монография	Москва: Энергоатомиздат, 1992	
Л1.2	Сергеев Б. С.	Силовая полупроводниковая элементная база: учебное пособие для аспирантов по направлению 13.06.01 - «Электро- и теплотехника» профиля «Силовая электроника»	Екатеринбург: УрГУПС, 2018	<a href="http://biblioserver.usurt.ru">http://biblioserver.usurt.ru</a>

###### 6.1.2. Дополнительная учебная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Web-ссылка
Л2.1	Готтлиб И. М.	Источники питания. Инверторы, конверторы, линейные и импульсные стабилизаторы: пер. с англ.	Москва: Постмаркет, 2000	
Л2.2	Сергеев Б. С.	Теория и практика железнодорожных и промышленных систем и приборов автоматики, информатики и связи: межвузовский сборник научных трудов	Екатеринбург: УрГУПС, 2003	

###### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Web-ссылка
ЛЗ.1	Аржанников Б. А., Сергеев Б. С.	Элементы силовой электроники для электроснабжения инфраструктуры железнодорожного транспорта: учебно-методическое пособие для организации самостоятельной работы аспирантов всех форм обучения направления 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (специализации «Силовая электроника»)	Екатеринбург: УрГУПС, 2014	<a href="http://biblioserver.usurt.ru">http://biblioserver.usurt.ru</a>
ЛЗ.2	Сергеев Б. С.	Элементы силовой электроники для электроснабжения инфраструктуры железнодорожного транспорта: учебно-методическое пособие для проведения практических занятий аспирантов всех форм обучения направления 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (специализация «Силовая электроника»)	Екатеринбург: УрГУПС, 2014	<a href="http://biblioserver.usurt.ru">http://biblioserver.usurt.ru</a>

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Пособие по LabView. <a href="https://www.google.ru/search?q=ПО+LabView&amp;ie=utf-8&amp;oe=utf-8&amp;gws_rd=cr&amp;dcr=0&amp;e">https://www.google.ru/search?q=ПО+LabView&amp;ie=utf-8&amp;oe=utf-8&amp;gws_rd=cr&amp;dcr=0&amp;e</a> [Электронный ресурс].
Э2	Пособие по Multisim <a href="https://www.google.ru/search?q=ПО+Multisim&amp;ie=utf-8&amp;oe=utf-8&amp;gws_rd=cr&amp;dcr=0&amp;e">https://www.google.ru/search?q=ПО+Multisim&amp;ie=utf-8&amp;oe=utf-8&amp;gws_rd=cr&amp;dcr=0&amp;e</a> [Электронный ресурс].
Э3	Система электронной поддержки обучения Blackboard Learn <a href="http://bb.usurt.ru">http://bb.usurt.ru</a>

## 6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Неисключительные права на ПО Windows
6.3.1.2	Неисключительные права на ПО Office
6.3.1.3	Система электронной поддержки обучения Blackboard Learn
6.3.1.4	Справочно-правовая система КонсультантПлюс

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных, включая международные реферативные базы данных научных изданий

6.3.2.1	Справочно-правовая система КонсультантПлюс
6.3.2.2	Автоматизированная система правовой информации на железнодорожном транспорте АСПИ ЖТ (профессиональная БД)
6.3.2.3	Международная реферативная база данных научных изданий Web of Science
6.3.2.4	Международная реферативная база данных научных изданий Scopus
6.3.2.5	Международная реферативная база данных научных изданий eLIBRARY.RU

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Назначение	Оснащение
Компьютерный класс - Учебная аудитория для самостоятельной работы студентов	Специализированная мебель Компьютерная техника с установленным лицензионным ПО, предусмотренным пунктом 6.3.1 РПД, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета
Читальный зал Информационно-библиотечного центра ИБК УрГУПС - Аудитория для самостоятельной работы	Специализированная мебель Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная мебель Демонстрационное оборудование - Комплект мультимедийного оборудования Учебно-наглядные пособия - презентационные материалы
Учебная аудитория для проведения практических занятий (занятий	Специализированная мебель

семинарского типа)	
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Специализированная мебель
Учебная аудитория для проведения практических занятий (занятий семинарского типа)	Специализированная мебель Технические средства обучения - Комплект мультимедийного оборудования

### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Обучающемуся рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания (необходимо иметь при себе персонифицированную электронную карту и уметь пользоваться электронным каталогом «ИРБИС»).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки, в компьютерных классах, в помещениях для самостоятельной работы обучающихся со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий. Комплект учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен на странице данного курса в системе электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт [bb.usurt.ru](http://bb.usurt.ru)), доступной через личный кабинет обучающегося.

Методические материалы, разработанные для обеспечения образовательного процесса представлены в электронном каталоге УрГУПС.

Формы самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине разнообразны. Они включают в себя:

- изучение лекционного и дополнительного материала (учебной, научной, методической литературы, материалов периодических изданий);
- подготовку к занятиям, предусмотренных РПД, мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации.

Выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам обучающийся должен в соответствии с календарным планом изучения дисциплины, видами и сроками отчетности.

При выполнении самостоятельной работы обучающийся должен руководствоваться методическими указаниями, размещенными на странице данного курса в системе электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт [bb.usurt.ru](http://bb.usurt.ru)), а также учебно- методическими материалами, которые указаны для СРС по темам дисциплины в разделе 4 РПД "Структура и содержание дисциплины (модуля)".

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине указан по темам дисциплины в разделе 4 РПД "Структура и содержание дисциплины (модуля)", материалы размещены на странице данного курса в системе электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт [bb.usurt.ru](http://bb.usurt.ru)).

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения освоение дисциплины (модуля) осуществляется в электронно-информационной образовательной среде (образовательная платформа электронной поддержки обучения Blackboard Learn (сайт [bb.usurt.ru](http://bb.usurt.ru))) в рамках созданного курса, что позволяет реализовывать асинхронное и синхронное взаимодействие участников образовательных отношений.