

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ

П.Ф. Бестемьянов

21 мая 2019 г.

Кафедра «Электроэнергетика транспорта»

Автор Бадёр Михаил Петрович, д.т.н., профессор

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Электронная техника и преобразователи в электроснабжении**

Направление подготовки:	<u>13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника</u>
Профиль:	<u>Электроснабжение</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очно-заочная</u>
Год начала подготовки	<u>2018</u>

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 9 20 мая 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	Одобрено на заседании кафедры  Протокол № 10 15 мая 2019 г. Заведующий кафедрой  <p style="text-align: right;">М.В. Шевлюгин</p>
---	--

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 3221  
Подписал: Заведующий кафедрой Шевлюгин Максим Валерьевич  
Дата: 15.05.2019

Москва 2019 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью преподавания дисциплины “Электронная техника и преобразователи в электроснабжении” является освоение студентами полупроводниковых и электронных приборов, инженерных методов их использования в электронных преобразователях и аппаратах, формирование у студентов основ научного решения преобразования электрической энергии для обеспечения эффективной работы тяговой системы электрифицированного транспорта, автоматизированного электропривода и устройств электропитания других потребителей.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Электронная техника и преобразователи в электроснабжении" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПК-5 готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности.	<p>Знать и понимать: физические основы работы полупроводниковых приборов, принцип их действия, смысл предельных параметров и характеристик. Теорию физических явлений в преобразовательных агрегатах, расчетные соотношения, позволяющие по заданному режиму работы потребителя определять электрические параметры для выбора полупроводниковых приборов, трансформаторов, реакторов и других элементов. Основные методы анализа и расчета физических процессов в элементах преобразователей различной конфигурации</p> <p>Уметь: правильно и грамотно эксплуатировать, испытывать и исследовать преобразовательную технику, применять ее на тяговых подстанциях. Проводить анализы и расчеты электрических параметров полупроводниковых элементов и самих преобразователей для решения широкого круга инженерных задач</p> <p>Владеть: представлением о конструкции, типах и способах изготовления полупроводниковых приборов, о перспективных направлениях развития преобразовательной техники в системах электрической тяги и в смежных областях техники, знать и уметь применять полученные знания на практике</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

4 зачетные единицы (144 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 9
Контактная работа	54	54,15
Аудиторные занятия (всего):	54	54
В том числе:		
лекции (Л)	36	36
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	18	18
Самостоятельная работа (всего)	90	90
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	144	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	4.0	4.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КРаб (1), ПК1, ПК2	КРаб (1), ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗаО	ЗаО

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	9	<p>Раздел 1 Выпрямители однофазного тока 1. Преобразователи электрической энергии и их классификация. Допущения, принимаемые при анализе электромагнитных процессов в цепях преобразователей, их основные параметры и энергетические характеристики. Инженерные задачи и методы расчета выпрямителей. Выпрямители, их структурные схемы и классификация. Применение выпрямителей в электрической тяге. Коммутация в выпрямителях. Влияние анодной индуктивности на коммутацию. Нулевые и мостовые схемы выпрямления однофазного тока, основные расчетные соотношения между токами и напряжениями. Работа выпрямителей на активную, активно-индуктивную и индуктивную нагрузки, работа на нагрузку с противо-э.д.с. Внешняя характеристика неуправляемого выпрямителя. Управляемые выпрямители однофазного тока.</p>	24	4				27	55	ПК1
2	9	<p>Раздел 2 Выпрямители трехфазного тока Нулевые и мостовые схемы выпрямления трехфазного тока, основные расчетные соотношения</p>	6	8				35	49	ПК2

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		<p>между токами и напряжениями. Неуправляемые и управляемые выпрямители. Способы регулирования выпрямленного напряжения. Управляемые выпрямители. Полная внешняя характеристика управляемого выпрямителя. Двенадцатипульсовые выпрямители, основные расчетные соотношения между токами и напряжениями. Двадцатичетырехпульсовые выпрямители, основные расчетные соотношения между токами и напряжениями. Сравнительный анализ энергетических показателей выпрямителей тяговых подстанций. Коэффициент мощности выпрямителей, коэффициент полезного действия, внешняя характеристика выпрямителей.</p>							
3	9	<p>Раздел 3            Качество выпрямленного напряжения Аварийные режимы и защита выпрямителей            Высшие гармонические составляющие в кривых выпрямленного напряжения и тока питающей сети. Качество выпрямленного напряжения. Роль сглаживающего реактора и основные расчетные соотношения. Коэффициент искажения напряжения и тока питающей сети. Аварийные режимы выпрямителей. Расчеты токов в элементах выпрямителя при коротких замыканиях. Коммутационные перенапряжения. Защита</p>	6	6			28	40	ЗаО, КРаб

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		выпрямителей.							
4		Всего:	36	18			90	144	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 18 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	9	РАЗДЕЛ 1 Выпрямители однофазного тока	Исследование двухпульсовой нулевой схемы выпрямления.	2
2	9	РАЗДЕЛ 1 Выпрямители однофазного тока	Исследование двухпульсовой мостовой схемы выпрямления.	2
3	9	РАЗДЕЛ 2 Выпрямители трехфазного тока	Исследование шестипульсовой схемы выпрямления: звезда – две обратные звезды с уравнительным реактором.	2
4	9	РАЗДЕЛ 2 Выпрямители трехфазного тока	Исследование шестипульсовой мостовой схемы выпрямления.	2
5	9	РАЗДЕЛ 2 Выпрямители трехфазного тока	Исследование управляемого трехфазного мостового выпрямителя.	2
6	9	РАЗДЕЛ 2 Выпрямители трехфазного тока	Исследование двенадцатипульсовой схемы выпрямления.	2
7	9	РАЗДЕЛ 3 Качество выпрямленного напряжения Аварийные режимы и защита выпрямителей	Высшие гармонические составляющие в кривых выпрямленного напряжения и сетевого тока однофазных выпрямителей	2
8	9	РАЗДЕЛ 3 Качество выпрямленного напряжения Аварийные режимы и защита выпрямителей	Высшие гармонические составляющие в кривых выпрямленного напряжения и сетевого тока трехфазных выпрямителей	2
9	9	РАЗДЕЛ 3 Качество выпрямленного напряжения Аварийные режимы и защита выпрямителей	Нарушения нормальных режимов при эксплуатации полупроводниковых преобразователей. Аварийные режимы и защита от них.	2
ВСЕГО:				18/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом не предусмотрены.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Электронная техника и преобразователи в электроснабжении» осуществляется в форме лекций.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме по типу управления познавательной деятельностью (объяснительно-иллюстративные) и с использованием интерактивных (диалоговых) технологий.

Самостоятельная работа студента, по учебному плану объемом 36 часов в 7-м семестре, организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям относятся отработка отдельных тем по электронным пособиям, подготовка к промежуточным контролям в интерактивном режиме, интерактивные консультации в режиме реального времени по специальным разделам.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс состоит из 3-х разделов, представляющего собой логически заверченный объем учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания, для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяют путем устного и письменного опроса с использования компьютеров или бумажных носителей

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	9	РАЗДЕЛ 1 Выпрямители однофазного тока	Преобразователи электрической энергии и их классификация.  Преобразователи электрической энергии и их классификация. Допущения, принимаемые при анализе электромагнитных процессов в цепях преобразователей, их основные параметры и энергетические характеристики. Выпрямители, их структурные схемы и классификация. Коммутация в выпрямителях.. Нулевые и мостовые схемы выпрямления однофазного тока, основные расчетные соотношения между токами и напряжениями. Работа выпрямителей на активную, активно-индуктивную и индуктивную нагрузки, работа на нагрузку с противо-э.д.с. Внешняя характеристика неуправляемого выпрямителя. Управляемые выпрямители однофазного тока.	27
2	9	РАЗДЕЛ 2 Выпрямители трехфазного тока	Нулевые и мостовые схемы выпрямления трехфазного тока  Нулевые и мостовые схемы выпрямления трехфазного тока, основные расчетные соотношения между токами и напряжениями. Неуправляемые и управляемые выпрямители. Способы регулирования выпрямленного напряжения. Управляемые выпрямители. Полная внешняя характеристика управляемого выпрямителя. Двенадцатипульсовые выпрямители, основные расчетные соотношения между токами и напряжениями. Двадцатичетырехпульсовые выпрямители, основные расчетные соотношения между токами и напряжениями. Сравнительный анализ энергетических показателей выпрямителей тяговых подстанций. Коэффициент мощности выпрямителей, коэффициент полезного действия, внешняя характеристика выпрямителей.	35
3	9	РАЗДЕЛ 3 Качество выпрямленного напряжения Аварийные режимы и защита выпрямителей	Высшие гармонические составляющие в кривых выпрямленного напряжения и тока питающей сети.  Высшие гармонические составляющие в кривых выпрямленного напряжения и тока питающей сети. Качество выпрямленного напряжения. Роль сглаживающего реактора и основные расчетные соотношения.	28

			Коэффициент искажения напряжения и тока питающей се-ти. Аварийные режимы выпрямителей. Расчеты токов в элементах выпрямителя при коротких замыканиях. Коммутационные перенапряжения. Защита выпрямителей.	
			ВСЕГО:	90

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **7.1. Основная литература**

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Энергосбережение на железнодорожном транспорте. Учебник для вузов.	Гапанович В.А.	2012	Все разделы

### **7.2. Дополнительная литература**

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
2	Двенадцатипульсовые полупроводниковые выпрямители тяговых подстанций.	Шалимов М. Г	1990	Все разделы
3	Электронная и преобразовательная техника.	Бурков А.Т.	1999	Все разделы
4	Электромагнитная совместимость.	Бадер М.П.	2012	Все разделы

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-185-tehnika/94.htm>
2. <http://пустрана.рф/article.php?nid=22444>
3. <http://www.parovoz.com/history/electrification/>
4. <http://istmat.info/node/43714>

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Лекционные занятия проводятся в традиционном режиме презентации. Опорный конспект включает основные определения, схемы, графические иллюстрации, примеры и другие важные материалы курса.

В ходе лекции преподаватель демонстрирует на экране страницы конспекта (слайды презентации), комментирует и поясняет их содержание. Студентам рекомендуется делать дополнительные пометки и записи непосредственно в опорном конспекте. При необходимости, можно вести записи в традиционной форме в отдельной тетради.

Для подготовки и выполнения лабораторных работ рекомендуется использовать опубликованные и электронные методические указания. Защита лабораторных работ предполагает обязательную демонстрацию разработанных программ и предоставление отчета.

Опорный конспект лекций, методические указания для лабораторных работ, а также другие материалы размещаются на сервере кафедры и доступны для скачивания.

При самостоятельной подготовке студенты могут воспользоваться материалами, доступными в сети Интернет на официальных сайтах разработчиков программного

обеспечения, а также на специализированных сайтах, содержащих учебную и справочную информацию.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуются:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключенным к сетям INTERNET и INTERANET.
2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедийной аппаратурой и интерактивной доской.
3. Компьютерный класс. Рабочие места в компьютерном классе, подключенные к сетям INTERNET и INTERANET.
4. Компьютеры должны быть обеспечены стандартными лицензионными продуктами и обязательно программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007 (2013).

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Обучающимся необходимо помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучающегося в учебном процессе. Обучающийся должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором материала, после лекции и во время специального организуемых индивидуальных встреч он может задать лектору интересующие его вопросы.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояния и перспективы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления. Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных знаний, умений и навыков.

Основные функции лекций: 1. Познавательная-обучающая; 2. Развивающая; 3. Ориентирующе-направляющая; 4. Активизирующая; 5. Воспитательная; 6. Организующая; 7. Информационная.

Выполнение практических заданий служит важным связующим звеном между теоретическим освоением данной дисциплины и применением ее положений на практике. Они способствуют развитию самостоятельности обучающихся, более активному освоению учебного материала, является важной предпосылкой формирования профессиональных качеств будущих специалистов.

Проведение практических занятий не сводится только к органическому дополнению лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся. Их вместе с тем следует рассматривать как важное средство проверки усвоения обучающимися тех или иных положений, даваемых на лекции, а также рекомендуемой для изучения литературы; как форма текущего контроля за отношением обучающихся к учебе, за уровнем их знаний, а, следовательно, и как один из важных каналов для своевременного подтягивания

отстающих обучающихся.

При подготовке специалиста важны не только серьезная теоретическая подготовка, знания основ функционирования систем электроснабжения железных дорог, но и умение ориентироваться в разнообразных практических ситуациях, ежедневно возникающих в ее деятельности. Этому способствует форма обучения в виде практических занятий. Задачи практических занятий: закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и приобретенных в процессе самостоятельной работы с исходными данными, научной литературой и специальными документами. Практическому занятию должно предшествовать ознакомление с лекцией на соответствующую тему и литературой, указанной в плане этих занятий

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Ее правильная организация, включающая технологии отбора целей, содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяют привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течении всей трудовой деятельности.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итоги работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной работы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Компетенции обучающегося, формируются в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и тестовые материалы, где каждый вариант содержит задания, разработанные в рамках основных тем учебной дисциплины и включающие терминологические задания.

Фонд оценочных средств является составной частью учебно-методического обеспечения процедуры оценки качества освоения образовательной программы и обеспечивает повышение качества образовательного процесса и входит, как приложение, в состав рабочей программы дисциплины.

Основные методические указания для обучающихся по дисциплине указаны в разделе основная и дополнительная литература.