МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Силовая преобразовательная техника

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Форма обучения: Очно-заочная

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

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим Валерьевич
Дата: 05.10.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) “Силовая преобразовательная техника” является:

- сформировать у студентов представления о преобразователях в электроснабжении, методах их сооружения и эксплуатационного обслуживания;

- изучить студентами научные основы физики полупроводниковых и других электронных приборов;

- освоить студентами инженерные методы проектирования и обслуживания выпрямительных, инверторных и других в электронных преобразовательных аппаратов;

- формировать у студентов основы научного решения проблемы преобразования электрической энергии для обеспечения эффективной работы тяговой системы электрифи¬цированного транспорта, автоматизированного электропривода и устройств электропитания других потребителей.

Задачей освоения дисциплины (модуля) является:

- сформировать у студентов основы научного решения проблемы преобразования электрической энергии для обеспечения эффективной работы тяговой системы электрифи¬цированного транспорта, автоматизированного электропривода и уст¬ройств электропитания других потребителей;

- пробрести способности организовывать и выполнять работы по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы электроснабжения железных дорог на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств;

- изучить студентами научные основы полупроводниковых и других электронных приборов, пробрести способности проводить разработку и экспертизу проектов систем электроснабжения железных дорог и метрополитенов, их отдельных элементов и технологических процессов, в том числе, с использованием систем автоматизированного проектирования.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-1 - Способен организовывать и выполнять работы по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации

объектов систем электроснабжения на основе знаний об особенностях функционирования их основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

ПК-2 - Способен проводить экспертизу и проектирование систем электроснабжения, производить необходимые расчеты, в том числе, с применением средств автоматизированного проектирования;

ПК-4 - Способен применять знания в области электротехники, электрических цепей и машин, электроники и цифровых технологий при решении профессиональных задач.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- физические основы полупроводниковых и других электронных приборов и схем, принцип их действия, предельные параметры и условия применения в электронных преобразователях с учетом эксплуатационных факторов

- основы теории преобразования электрического тока, способы преобразования электрической энергии, схемы преобразователей, принципы их работы, методы анализа и расчета устройств в нормальных и аварийных режимах

- основные стандарты, условные буквенные и графические обозначения электронных элементов и устройств

Уметь:

- выбирать электронные приборы по заданным условиям эксплуатации

- производить расчеты электрических схем для обеспечения допустимых режимов работы электронных приборов с заданными предельными и характеризующими параметрами

- грамотно применять и эксплуатировать основные виды преобразователей электрической энергии

Владеть:

- основными направлениями развития электронных преобразователей и аппаратов, их применений в перспективных областях техники

- методикой проектирования выпрямителей и инверторов с учетом эксплуатационно-технических требований

- навыками построения полупроводниковых преобразователей электрической энергии

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	32	32
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	16	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 112 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Выпрямители однофаазного тока Рассматриваемые вопросы: - 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. рриименение выпрямителей в

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	электрической тяге; - коммутация в выпрямителях. влияние анодной индуктивности на коммутацию; - нулевые и мосто¬вые схемы выпрямления однофазного тока, основные рас¬четные 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.
2	Выпрямители трехфазного тока Рассматриваемые вопросы: - неуправляемые нулевые и мосто¬вые схемы выпрямления трехфазного тока, основные рас¬четные соотношения между токами и напряжениями; - управляемые выпрямители, способы регулирования вы¬прямленного напряжения, внешняя характеристика управляемого выпрямителя; - двенадцатипульсовые выпрямители, основные рас¬четные соотношения между токами и напряжениями, - двадцатичетырёхпульсовые выпрямители, основные рас¬четные соотношения между токами и напряжениями; - сравнительный анализ энергетических показателей выпрямителей тяговых подстанций; - коэффициент мощности выпрямителей, коэффициент полезного действия.
3	Качество выпрямленного напряжения Аварийные режимы и защита выпрямителей Рассматриваемые вопросы: - высшие гармонические со¬ставляющие в кривых выпрямленного напряжения и сетевого тока; - качество выпрямленного напряжения, коэффициент полной волнистости; - роль сглаживающего реактора и основные расчетные соотношения; - коэффициент искажения се¬тевого тока и несинусоидальность напряжения питающей. - аварийные режимы выпрямителей, расчеты токов в элементах выпрямителя при коротких замыканиях; - коммутационные перенап¬ряжения, защита выпрямителей.
4	Инверторы, ведомые сетью. Автономные инверторы. Рассматриваемые вопросы: - назначение инверторов., принцип работы ведомого сетью инвертора; - применение инвертирования тока при рекуперативном торможении электрического подвижного состава; - схемы однофазных и трехфазных инверторов, ведомых сетью; - есте¬ственная (сетевая) коммутация инверторов, угол управления, угол ком-мутации, внешняя характеристика ведомого сетью инвертора; -. аварийные процессы в инверторах, опрокидывание инверторов, защиты от них; - особенности работы инверторов тяговых подстанций; - автономные инверторы напряжения, принцип действия, ана¬лиз работы на различные виды нагрузок, основные расчетные соотноше¬ния,; - автономные инверторы тока, принцип их работы, основные расчетные соотношения, энергетические характеристики автономных ин¬верторов тока; - применение автономных инверторов в регулируемом электро¬приводе с асинхронными двигателями трехфазного тока.
5	Импульсные преобразователи постоянного тока. Преобразователи переменного тока Рассматриваемые вопросы: - назначение и классификация импульсных преобразователей, прин¬цип импульсного регулирования напряжения в цепях постоянного тока, способы модуляции; - схемы импульсных преобразователей с широтной и частотной модуляцией;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- анализ процессов в схеме им¬пульсного преобразователя, основные расчетные соотношения; - схемы импульсных преобразователей с понижением и повышением выходного напряжения и применение их на электроподвижном составе; - влияние импульсных преобразователей на работу сетей тягового элек-троснабжения; - виды преобразователей с естественной, искусственной и принудительной коммутацией, особенности узлов принудительной коммутации; - электромагнитные процессы при комму¬тации, основные расчетные соотношения; - сравнение схем импульсных преобразователей, их энергетические ха-рактеристики и параметры; - применения импульсных преобразователей в устройствах электрической тяги.
6	Системы управления и защиты электронных преобразователей. Испытания и проверки тяговых преобразователей в условиях эксплуатации Рассматриваемые вопросы: - назначение системы управления. гарантированное управление тирис¬торами и силовыми транзисторами; - структурные и функциональные схемы систем управления, основные узлы системы управления; - системы защиты электронных полупроводниковых приборов преобразователя при их пробое, от перенапряжений и токов ко¬ротких замыканий; - контроль состояния полупроводниковых приборов, проверка распре¬делений токов и напряжений в групповых соединениях приборов, про¬верка изоляции и типовых защит от перенапряжений; - диагностика пре¬образователей, испытания в режимах холостого хода и короткого замы¬кания и в рабочем режиме.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Расчет токов короткого замыкания в выпрямительно-инверторных преобразователях Рассматриваемые вопросы: - переходные режимы короткого замыкания в выпрямительных преобразователях; - внешняя характеристика выпрямителя в рабочем режиме и в режиме короткого замыкания; - опрокидывание инверторов.
2	Гармонический анализ выпрямленного напряжения и сетевого тока выпрямительно-инверторных преобразователей Рассматриваемые вопросы: - ряды Фурье, прогнозирование гармонических составляющих; - графо-аналитический метод гармонического анализа; - гармонический анализ методом апроксимации.
3	Расчет шестипульсовой схемы выпрямления: звезда – две обратные звезды с уравнительным реактором. В результате работы на практическом занятии студент получает навык расчета основных параметров силовых схем и основных характеристик выпрямителя с шестипульсовой схемой выпрямления: звезда – две обратные звезды с уравнительным реактором.
4	Исследование основных энергетических характеристик зависимых инверторов Рассматриваемые вопросы: - коэффициент искажения сетевого тока зависимых инверторов;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- коэффициент мощности зависимых инверторов; - качество выпрямленного и инвертируемого напряжения.
5	Исследование основных энергетических характеристик автономных инверторов. Рассматриваемые вопросы: - автономные инверторы напряжения, принцип их работы, внешние характеристики, коэффициент мощности; - автономные инверторы тока, принцип работы, внешние характеристики, коэффициент мощности.
6	Исследование основных энергетических характеристик импульсных преобразователей постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - тиристорно-импульсные преобразователи с частотной модуляцией; - тиристорно-импульсные преобразователи с широтной модуляцией; - преобразователи однофазного тока для питания асинхронных двигателей.
7	Исследование основных энергетических характеристик преобразователей частоты и числа фаз Рассматриваемые вопросы: - преобразователи частоты, их основные энергетические характеристики; - преобразователи числа фаз, их основные энергетические характеристики.
8	Диагностика преобразователей и их характеристик. Рассматриваемые вопросы: - проверка распределений токов и напряжений в групповых соединениях силовых полупроводниковых приборов; - нарушения нормальных режимов при эксплуатации полупроводниковых преобразователей; - аварийные режимы и защита от них; - схемы управления статическими преобразователями.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к практическим занятиям
2	работа с лекционным материалом и литературой
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Силовые преобразователи тяговых подстанций и электроподвижного состава : учебное пособие / Е. Ю. Салита, Г. С. Магай, Т. В. Комякова [и др.]. — 2-е изд., перераб. и доп. — Омск : ОмГУПС, 2013. — 131 с. — ISBN 978-5-949-41073-8.	https://e.lanbook.com/book/129210 (дата обращения: 31.01.2024).

2	Салита, Е. Ю. Электронная техника и преобразователи в электроснабжении : учебное пособие / Е. Ю. Салита, Т. В. Ковалева, Т. В. Комякова. — Омск : ОмГУПС, 2021. — 111 с. — ISBN 978-5-949-41274-8.	https://e.lanbook.com/book/190234 (дата обращения: 21.02.2024).
3	Салита, Е. Ю. Силовая электроника : учебное пособие / Е. Ю. Салита. — Омск : ОмГУПС, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-949-41225-1.	https://e.lanbook.com/book/129209 (дата обращения: 31.01.2024).
4	Кандаев, В. А. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. А. Кандаев. — Омск : ОмГУПС, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-949-41143-8.	https://e.lanbook.com/book/129162 (дата обращения: 31.01.2024).

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1. Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)
2. Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (http://library.miit.ru)
3. Российская Государственная Библиотека (http://www.rsl.ru)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Office

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Маркерная доска или проектор, компьютерное оборудование

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

профессор, доцент, д.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта» Д.В. Ермоленко

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова