

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 специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электронная техника и преобразователи в электроснабжении

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение железных дорог

Форма обучения: Очная

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: 02.10.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) “Электронная техника и преобразователи в электроснабжении” 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 электрифицированного транспорта, автоматизированного электропривода и устройств электропитания других потребителей.

Задачей освоения дисциплины (модуля) “Электронная техника и преобразователи в электроснабжении” является:

- сформировать у студентов основы научного решения проблемы преобразования электрической энергии для обеспечения эффективной работы тяговой системы электрифицированного транспорта, автоматизированного электропривода и устройств электропитания других потребителей;
- приобрести 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, приобрести 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 системы электроснабжения на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и электробезопасности;

ПК-3 - Способен 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?.

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

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

Владеть:

- основными направлениями развития электронных преобразователей и аппаратов, их применений в перспективных системах электрической тяги и в смежных областях техники
- методикой проектирования выпрямителей и инверторов с учетом эксплуатационно-технических требований

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 №7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	80
В том числе:		
Занятия лекционного типа	48	48
Занятия семинарского типа	32	32

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 64 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	Общие сведения. Рассматриваемые вопросы: - роль электронной и преобразовательной техники в электрификации железных дорог,

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	строительстве метрополитенов. - принцип действия силовых полупроводниковых приборов – диодов и тиристоров.
2	Обзор полупроводниковых приборов, используемых в преобразователях. Рассматриваемые вопросы: - конструкция, система условных обозначений, основные характеристики . - тепловой режим силовых полупроводниковых приборов. - типовые конструкции охладителей (радиаторов). - определение предельного тока силового полупроводникового прибора по условиям охлаждения.
3	Параллельное соединение полупроводниковых силовых диодов. Рассматриваемые вопросы: - индуктивные делители тока. - схемы включения индуктивных делителей тока.
4	Последовательное соединение полупроводниковых силовых диодов. Рассматриваемые вопросы: - выравнивание обратного напряжения. - схемы включения шунтирующих резисторов и выравнивающих конденсаторов
5	Выпрямители однофазного 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. 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.
6	Трехфазные выпрямители с общим проводом. Рассматриваемые вопросы: - трёхпульсовая схема. - основные расчетные формулы, временная диаграмма работы. - достоинства и недостатки схем с общим проводом.
7	Шестипульсовая мостовая схема. Рассматриваемые вопросы: - основные расчетные формулы, временная диаграмма работы. - достоинства и недостатки схемы.
8	Схема «Две обратные звезды с уравнительным реактором». Рассматриваемые вопросы: - основные расчетные формулы, временная диаграмма работы. - достоинства и недостатки схемы.
9	Двенадцатипульсовая мостовая схема трёхфазного выпрямителя. Рассматриваемые вопросы: - основные расчетные формулы, временная диаграмма работы. - достоинства и недостатки схемы.
10	двадцатичетырехпульсовая схема трёхфазного выпрямителя. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - основные расчетные формулы, временная диаграмма работы. - достоинства и недостатки схемы.
11	<p>Способы регулирования выпрямленного напряжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - управляемые выпрямители. - коммутация вентильных токов в трехфазных выпрямителях - энергетические показатели выпрямителей.
12	<p>Пульсации выпрямленного напряжения.</p> <ul style="list-style-type: none"> - фильтры для подавления мешающего влияния выпрямительных агрегатов. - параллельная работа выпрямительных агрегатов с различным числом пульсаций.
13	<p>Качество выпрямленного напряжения Аварийные режимы и защита выпрямителей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высшие гармонические составляющие в кривых выпрямленного напряжения и сетевого тока; - качество выпрямленного напряжения, коэффициент полной волнистости; - роль сглаживающего реактора и основные расчетные соотношения; - коэффициент искажения сетевого тока и несинусоидальность напряжения питающей. - аварийные режимы выпрямителей, расчеты токов в элементах выпрямителя при коротких замыканиях; - коммутационные перенапряжения, защита выпрямителей.
14	<p>Инверторы, ведомые сетью. Автономные инверторы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение инверторов., принцип работы ведомого сетью инвертора; - применение инвертирования тока при рекуперативном торможении электрического подвижного состава; - схемы однофазных и трехфазных инверторов, ведомых сетью; - естественная (сетевая) коммутация инверторов, угол управления, угол коммутации, внешняя характеристика ведомого сетью инвертора; - аварийные процессы в инверторах, опрокидывание инверторов, защиты от них; - особенности работы инверторов тяговых подстанций; - автономные инверторы напряжения, принцип действия, анализ работы на различные виды нагрузок, основные расчетные соотношения,; - автономные инверторы тока, принцип их работы, основные расчетные соотношения, энергетические характеристики автономных инверторов тока; - применение автономных инверторов в регулируемом электроприводе с асинхронными двигателями трехфазного тока.
15	<p>Импульсные преобразователи постоянного тока. Преобразователи переменного тока</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение и классификация импульсных преобразователей, принцип импульсного регулирования напряжения в цепях постоянного тока, способы модуляции; - схемы импульсных преобразователей с широтной и частотной модуляцией; - анализ процессов в схеме импульсного 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 электроснабжения; - виды преобразователей с естественной, искусственной и принудительной коммутацией, особенности узлов принудительной коммутации; - электромагнитные процессы при коммутации, основные расчетные соотношения; - сравнение схем импульсных преобразователей, их энергетические характеристики и параметры; - применения импульсных преобразователей в устройствах электрической тяги.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
16	<p>Системы управления и защиты электронных преобразователей. Испытания и проверки тяговых преобразователей в условиях эксплуатации</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение системы управления, гарантированное управление тиристорами 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 коротких замыканий; - контроль состояния полупроводниковых приборов, проверка распределений токов и напряжений в групповых соединениях приборов, проверка изоляции и типовых защит от перенапряжений; - диагностика преобразователей, испытания в режимах холостого хода и короткого замыкания и в рабочем режиме.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Расчет токов короткого замыкания в выпрямительно-инверторных преобразователях</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - переходные режимы короткого замыкания в выпрямительных преобразователях; - внешняя характеристика выпрямителя в рабочем режиме и в режиме короткого замыкания; - опрокидывание инверторов.
2	<p>Гармонический анализ выпрямленного напряжения и сетевого тока выпрямительно-инверторных преобразователей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ряды Фурье, прогнозирование гармонических составляющих; - графо-аналитический метод гармонического анализа; - гармонический анализ методом аппроксимации.
3	<p>Расчет шестипульсовой схемы выпрямления: звезда – две обратные звезды с уравнительным реактором.</p> <p>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.</p>
4	<p>Исследование основных энергетических характеристик зависимых инверторов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - коэффициент искажения сетевого тока зависимых инверторов; - коэффициент мощности зависимых инверторов; - качество выпрямленного и инвертируемого напряжения.
5	<p>Исследование основных энергетических характеристик автономных инверторов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - автономные инверторы напряжения, принцип их работы, внешние характеристики, коэффициент мощности; - автономные инверторы тока, принцип работы, внешние характеристики, коэффициент мощности.
6	<p>Исследование основных энергетических характеристик импульсных преобразователей постоянного тока.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	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	Выполнение курсовой работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Расчет и анализ основных параметров и энергетических характеристик преобразовательного агрегата тяговой подстанции с 6-пульсовой нулевой неуправляемой схемой выпрямления

2. Расчет и анализ основных параметров и энергетических характеристик преобразовательного агрегата тяговой подстанции с 6-пульсовой нулевой управляемой схемой выпрямления

3. Расчет и анализ основных параметров и энергетических характеристик преобразовательного агрегата тяговой подстанции с 6-пульсовой мостовой неуправляемой схемой выпрямления

4. Расчет и анализ основных параметров и энергетических характеристик преобразовательного агрегата тяговой подстанции с 6-пульсовой мостовой управляемой схемой выпрямления

5. Расчет и анализ основных параметров и энергетических характеристик преобразовательного агрегата тяговой подстанции с 12-пульсовой последовательной неуправляемой схемой выпрямления

6. Расчет и анализ основных параметров и энергетических характеристик преобразовательного агрегата тяговой подстанции с 12-пульсовой последовательной управляемой схемой выпрямления

7. Расчет и анализ основных параметров и энергетических характеристик преобразовательного агрегата тяговой подстанции с 12-пульсовой параллельной неуправляемой схемой выпрямления

8. Расчет и анализ основных параметров и энергетических характеристик преобразовательного агрегата тяговой подстанции с 12-пульсовой параллельной управляемой схемой выпрямления

9. Расчет и анализ основных параметров и энергетических характеристик преобразовательного агрегата тяговой подстанции с 24-пульсовой последовательной неуправляемой схемой выпрямления

10. Расчет и анализ основных параметров и энергетических характеристик преобразовательного агрегата тяговой подстанции с 24-пульсовой параллельной неуправляемой схемой выпрямления

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	Разработка преобразовательного агрегата для энергетического обеспечения движения поездов : учебно-методическое пособие / Л. А. Астраханцев, Т. Л. Алексеева, Н. Л. Рябченко [и др.]. — Иркутск : ИрГУПС, 2022. — 48 с.	https://e.lanbook.com/book/342155 (дата обращения: 31.01.2024).

4	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).
5	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	Салита, Е. Ю. Проектирование преобразователей для тяговых подстанций постоянного тока : учебно-методическое пособие / Е. Ю. Салита, Т. В. Комякова, Т. В. Ковалева. — 4-е изд. перераб. и доп. — Омск : ОмГУПС, 2021. — 56 с.	https://e.lanbook.com/book/264506 (дата обращения: 21.02.2024).

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

<http://scbist.com> - СЦБИСТ Железнодорожный информационный портал: Фотоматериалы, новая техника, информационные материалы, вопросы и ответы.

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

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:

Курсовая работа в 7 семестре.

Экзамен в 7 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»
Института железнодорожного
транспорта

Д.В. Ермоленко

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ
Председатель учебно-методической
комиссии

М.В. Шевлюгин

Н.А. Андриянова