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
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электронная и преобразовательная техника

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Электрический транспорт 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: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег Евгеньевич
Дата: 10.11.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины "Электронная и преобразовательная техника" является:

- ознакомление студентов с основами устройства и принципом работы электронной и преобразовательной техники.

Задачами освоения учебной дисциплины "Электронная и преобразовательная техника" являются:

- получение студентами основ профессиональных знаний по физике полупроводников;
- освоение принципа действия и характеристик полупроводниковых приборов силовой и информационной электроники;
- освоение электронных преобразователей электрической энергии.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-9 - Имеет навык выполнять обоснование параметров конструкции конструкций и систем тягового подвижного состава.

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

Знать:

параметры и характеристики приборов и устройств силовой и информационной электроники

Уметь:

использовать полученные знания при исследовании, создании и эксплуатации систем управления электрическим подвижным составом на основе электронных преобразователей электроэнергии

Владеть:

навыками и умениями использовать приобретенные знания при разработке и эксплуатации электроподвижного состава с электронными преобразователями электроэнергии

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 11 з.е. (396 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	№6	№7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	176	64	64	48
В том числе:				
Занятия лекционного типа	96	32	32	32
Занятия семинарского типа	80	32	32	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 220 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	Полупроводники и полупроводниковые материалы. Рассматриваемые вопросы: - основные свойства чистых и примесных полупроводников; - электропроводность чистых и примесных полупроводников; - дрейфовый и диффузионный токи в полупроводнике; - подвижность носителей и ее зависимость от температуры, концентрации примесей, напряженности электрического поля; - зависимость удельного сопротивления примесного полупроводника от температуры;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- механизм рекомбинации и время жизни носителей; - закон убывания концентрации носителей за счет рекомбинации.
2	Электронно-дырочный переход и его характеристики. Рассматриваемые вопросы: - явления, возникающие в контакте металл - полупроводник и полупроводник - полупроводник разных типов проводимости; - зонная диаграмма p-n перехода. Анализ p-n перехода в равновесном и неравновесном состояниях; - вывод уравнения вольтамперной характеристики (ВАХ) p-n перехода; - отличия ВАХ реального диода от ВАХ p-n перехода; - виды пробоя p-n перехода; - температурные зависимости ВАХ p-n перехода.
3	Полупроводниковые диоды. Рассматриваемые вопросы: - вольтамперная характеристика диода; - эквивалентные схемы диода при прямом и обратном смещениях; - анализ переходных процессов в диоде; - разновидности диодов (стабилитроны, диоды Шотки, туннельные диоды, лавинные диоды); - основные конструкции и технологические приемы изготовления диодов; - процессы включения и выключения диода; - мощность потерь в диодах; - взаимосвязь основных параметров силовых диодов.
4	Нагревание и охлаждение полупроводниковых приборов. Рассматриваемые вопросы: - процессы нагревания и охлаждения полупроводниковых приборов; - тепловая модель; - тепловые характеристики диодов, их охлаждение, расчет систем охлаждения.
5	Биполярные транзисторы. Рассматрвиаеимые вопросы: - устройство биполярного транзистора и основные соотношения между токами его электродов; - анализ процессов в транзисторе (характер движения носителей, влияние электрического поля на это движение, распределение концентрации не основных носителей, анализ коэффициента передачи тока эмиттера от режима); - уравнения Эберса-Молла идеализированного транзистора; - характеристики транзистора при включении по схеме с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором; - параметры и эквивалентные схемы транзистора как четырехполюсника.
6	Полевые транзисторы. Рассматриваемые вопросы: - устройство, принцип действия, вольтамперные характеристики и эквивалентные схемы полевых транзисторов с управляющим p-n переходом; - МОП-транзисторы, выполненные на основе "металл-оксид-полупроводник.
7	Биполярные транзисторы с изолированным затвором (JGBT). Рассматриваемые вопросы: - устройство, принцип действия, вольтамперные характеристики и эквивалентные схемы JGBT-транзисторов; - статические и динамические характеристики транзисторов; - силовые модули на JGBT-транзисторах.
8	Транзисторные усилители. Рассматриваемые вопросы: - принцип работы транзисторного усилителя;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- статический режим работы усилительного каскада; - выбор рабочей точки, расчет каскада по постоянному току; - усилители с емкостной связью; - обратная связь в усилителях; - температурная стабилизация в транзисторном усилителе; - усилители постоянного тока; - эмиттерные повторители; - каскад с эмиттерной связью (дифференциальный усилитель).
9	Транзисторные ключи. Импульсные схемы на транзисторах. Рассматриваемые вопросы: - статические характеристики транзисторных ключей (режим отсечки, режим насыщения); - динамические режимы работы транзисторного ключа; - импульсные схемы на транзисторах: генераторы, усилители импульсов, мультивибраторы, триггеры; - процессы включения и выключения силового ключа; - цепи формирования траектории рабочей точки транзисторного ключа; - расчет параметров снабберных цепей.
10	Тиристоры. Рассматриваемые вопросы: - физические процессы в 4х-слойной структуре; - вольтамперная характеристика тиристора; - переходные процессы включения и выключения одно-операционных тиристоров малой и большой мощности; - классификационные параметры тиристоров; - запираемые по управляющему электроду тиристоры (GTO-тиристоры, IGCT-тиристоры).
11	Групповое соединение силовых полупроводниковых приборов. Рассматриваемые вопросы: - последовательное и параллельное соединение полупроводниковых приборов; - распределение токов и напряжений между приборами4 - определение параметров делителей тока и напряжения; - защита полупроводниковых приборов от сверхтоков и перенапряжений.
12	Интегральные микросхемы (ИМС). Устройства информационной электроники. Рассматриваемые вопросы: - принцип создания и основные элементы ИМС; - аналоговые ИМС4 - дифференциальные и операционные (ОУ) усилители; - свойства идеального операционного усилителя; - реальный операционный усилитель, корректирующие цепи и их назначение; - основные схемы включения операционного усилителя; - использование операционного усилителя для реализации математических функций: суммирования, интегрирования, дифференцирования и др.
13	Цифровые интегральные микросхемы. Рассматриваемые вопросы: - основы теории цифровых систем; - логические переменные и основные законы алгебры логики; - логические функции двух аргументов; - способы описания логических функций; - составление и минимизация логических уравнений; - построение комбинационных логических схем на типовых элементах; - типовые комбинационные преобразователи логических сигналов: дешифраторы, сумматоры, мультиплексоры;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- комбинационные логические устройства; - логические устройства с памятью; - триггеры и триггерные устройства. Триггеры RS, JK, Д, Т - типов. Типовые устройства с памятью: счетчики, регистры; - аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Способы аналого-цифрового преобразования (АЦП). Структурные схемы ЦАП и АЦП; - бБольшие ИМС. Микропроцессорные наборы. Принципы создания и организации работы микропроцессорных систем.
14	Полупроводниковые преобразователи параметров электрической энергии. Рассматриваемые вопросы: - классификация полупроводниковых преобразователей параметров электрической энергии. Преобразователи параметров напряжения, тока, частоты; - выпрямители, инверторы, импульсные прерыватели, непосредственные преобразователи частоты, циклоконвертеры. Обратимость полупроводниковых преобразователей.
15	Полупроводниковые выпрямители. Рассматриваемые вопросы: - нулевой, мостовой выпрямители; - основные соотношения: среднее значение выпрямленного напряжения, средние значения токов полупроводниковых приборов, напряжение на полупроводниковых приборах, мощность трансформатора.
16	Мостовая схема выпрямления. Рассматриваемые вопросы: - регулирование напряжения на выходе выпрямителя; - основные соотношения: среднее значение выпрямленного напряжения, средние значения токов полупроводниковых приборов, напряжение на полупроводниковых приборах, мощность трансформатора; - регулировочная характеристика; - действующее значение тока трансформатора; - коэффициент мощности выпрямителя; - влияние алгоритма управления тиристорами выпрямителя на регулировочную характеристику, действующее значение тока трансформатора и коэффициент мощности выпрямителя.
17	Процессы коммутации в выпрямителях. Рассматриваемые вопросы: - процессы коммутации в выпрямителях. Уравнение коммутации; - зависимость угла коммутации от угла регулирования; - внешняя характеристика выпрямителя; - влияние активных сопротивлений на внешнюю характеристику выпрямителя; - энергетические показатели выпрямителей; - влияние углов регулирования и коммутации на коэффициент мощности выпрямителя.
18	Повышение энергетической эффективности выпрямителей. Рассматриваемые вопросы: - зонно-фазовое регулирование напряжения; - двухзонные выпрямители; - основные соотношения: среднее значение выпрямленного напряжения на первой и второй зонах регулирования; - влияние углов регулирования и коммутации на коэффициент мощности выпрямителя; - коэффициент мощности выпрямителя на первой и второй зонах регулирования; - выпрямители с принудительной коммутацией полупроводниковых приборов; - влияние углов включения и выключения на регулировочную характеристику выпрямителя; - влияние углов включения и выключения на коэффициент мощности выпрямителя.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
19	Инвертирования постоянного тока. Рассматрвиаемые вопросы: - ведомые сетью инверторы. Условия обеспечения процесса инвертирования; - процессы коммутации в ведомых сетью инверторах; - углы прегулирования, опережения, коммутации и запаса; - внешняя характеристика ведомого сетью инвертора при различных законах регулирования: а) постоянство угла регулирования и б) постоянство угла запаса; - устойчивость процесса коммутации на электровозах переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями на примере электровоза 2ЭС5К.
20	Пульсации выпрямленного напряжения и тока. Рассматриваемые вопросы: - пульсации выпрямленного напряжения и тока; - спектральный состав выпрямленного напряжения; - влияние угла регулирования на амплитуды гармоник выпрямленного напряжения; - сглаживание пульсаций выпрямленного тока; - сглаживающие реакторы и определение индуктивности сглаживающего реактора.
21	Непосредственные преобразователи частоты. Рассматриваемые вопросы: - преобразование переменного m-фазного напряжения частотой f в m1-фазное напряжение частотой f1; - условия обеспечения такого преобразования, соотношения между числом фаз на входе и выходе преобразователя и частотами на входе и выходе; - пример однофазно-трехфазного преобразователя для питания вспомогательных двигателей электровозов переменного тока.
22	Системы управления полупроводниковыми преобразователями. Рассматриваемые вопросы: - системы управления полупроводниковыми преобразователями; - требования к системе управления выпрямителем; - функциональная схема системы управления выпрямителем.
23	Узел синхронизации с сетью. Рассматриваемые вопросы: - требования к узлу синхронизации системы управления выпрямителем с сетью и сложность его работы; - использование разложения кривой питающего напряжения в ряд Фурье для обеспечения помехоустойчивости синхронизатора с сетью.
24	Узел фазового управления при аналоговом способе обработки информации. Рассматриваемые вопросы: - функциональная схема узла фазового управления выпрямителем; - принципиальная схема узла фазового управления выпрямителем при аналоговом способе обработки информации; - аналоговый генератор пилообразного напряжения; - выбор параметров интегратора; - аналоговый компаратор узла фазового управления выпрямителем.
25	Узел фазового управления при цифровом способе обработки информации. Рассматриваемые вопросы: - функциональная схема узла фазового управления выпрямителем; - принципиальная схема узла фазового управления выпрямителем при цифровом способе обработки информации; - цифровой генератор пилообразного напряжения; - выбор параметров генератора тактовых импульсов;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- цифровой компаратор узла фазового управления выпрямителем; - использование сумматора для сравнения двух двоичных кодов.
26	Узел распределения импульсов управления тиристорами выпрямителя. Рассматриваемые вопросы: - узел распределения импульсов управления тиристорами выпрямителя; - синтез узла распределения импульсов на логических элементах; - узел формирования импульсов управления тиристорами; - схема узла формирования импульсов управления тиристорами и ее работа.
27	Импульсный прерыватель постоянного напряжения. Рассматриваемые вопросы: - схема, принцип работы, способы регулирования напряжения; - внешняя и регулировочная характеристики импульсного прерывателя постоянного напряжения с учетом сопротивления источника питания.
28	Импульсный прерыватель постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - схема, принцип работы, способы регулирования напряжения; - внешняя и регулировочная характеристики импульсного прерывателя постоянного тока с учетом сопротивления источника питания.
29	Схемы полупроводниковых ключей импульсных прерывателей постоянного напряжения и тока. Рассматриваемые вопросы: - однооперационные, двухоперационные и трехоперационные ключи с принудительной конденсаторной коммутацией; - принцип работы ключей; - транзисторный полупроводниковый ключ; - электромагнитные процессы, расчет параметров элементов ключа.
30	Пульсации токов и напряжений при импульсном регулировании постоянного напряжения и тока. Рассматриваемые вопросы: - сглаживание пульсаций выходного тока импульсного прерывателя постоянного напряжения, расчет параметров выходного фильтра; - сглаживание пульсаций входного тока импульсного прерывателя постоянного напряжения, расчет параметров входного фильтра.
31	Автономные инверторы тока. Рассматриваемые вопросы: - принцип работы однофазного автономного инвертора тока, основные соотношения; - особенности полупроводниковых ключей инверторов тока; - параллельный инвертор тока; - принцип работы, основные соотношения; - однофазный автономный инвертор тока с отсекающими диодами, принцип работы, основные соотношения.
32	Трехфазный автономный инвертор тока с отсекающими диодами. Рассматриваемые вопросы: - принцип работы принцип работы; - использование инвертора для питания асинхронных двигателей, основные соотношения; - электромагнитные процессы коммутации в трехфазном автономном инверторе тока с отсекающими диодами.
33	Автономные инверторы напряжения. Рассматриваемые вопросы: - принцип работы однофазного мостового инвертора напряжения, основные соотношения;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- особенности полупроводниковых ключей инверторов напряжения; - принцип работы однофазного полумостового инвертора напряжения, основные соотношения.
34	Трехфазный автономный инвертор напряжения. Рассматриваемые вопросы: - принцип работы, основные соотношения; - регулирование напряжения в автономных инверторах; - широтно-импульсная модуляция в однофазном инверторе напряжения; - принцип работы и основные соотношения; - использование инверторов напряжения для частотного регулирования асинхронных тяговых двигателей.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование характеристик полупроводниковых диодов. Рассматриваемые вопросы: - изучить свойства и характеристики полупроводниковых приборов, особенности группового соединения и переходные процессы при выключении диодов; - изучить характеристики полупроводниковых стабилитронов; - научиться определять параметры вольтамперной характеристики диодов, показатели неравномерности нагрузки диодов при групповом соединении; - научиться определять допустимые нагрузки диодов при отличных от паспортных режимах работы; - научиться рассчитывать простейшие стабилизаторы напряжения.
2	Исследование характеристик транзистора. Рассматриваемые вопросы: - изучить статические характеристики транзистора при схемах включения с общим эмиттером, общей базой; - определить основные параметры транзисторов.
3	Исследование транзисторного усилителя. Рассматриваемые вопросы: - изучить основные типы транзисторных усилителей, принципы их работы и основные характеристики; - научиться экспериментально определять характеристики усилителей и оценивать по характеристикам показатели работы усилителей.
4	Исследование характеристик и параметров тиристоров. Рассматриваемые вопросы: - изучить принцип действия, параметры и характеристики тиристоров; - научиться применять тиристоры в качестве ключевых элементов, приобрести навыки практического измерения их параметров.
5	Исследование операционного усилителя. Рассматриваемые вопросы: - изучить характеристики операционного усилителя и основные схемы его включения; - освоить практические приемы построений на базе операционных усилителей сумматоров, компараторов, генераторов, цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей.
6	Исследование цифровых интегральных микросхем. Рассматриваемые вопросы: - изучить принципы действия цифровых ИМС освоить приемы синтеза простейших

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	комбинационные узлов из типового набора цифровых ИМС; - изучить использование типовых логических элементов для построения различных генераторов импульсов.
7	Исследование однофазного управляемого выпрямителя. Рассматриваемые вопросы: - изучить принципы построения и работы однофазных управляемых выпрямителей; - изучить регулировочные характеристики однофазного управляемого выпрямителя; - экспериментально исследовать работу однофазного управляемого выпрямителя на активную, активно-индуктивную и двигательную нагрузку на универсальном лабораторном стенде "основы электропривода и преобразовательной техники".
8	Исследование аналоговой системы импульсно-фазового управления однофазного управляемого выпрямителя. Рассматриваемые вопросы: - изучить принципы построения аналоговых систем импульсно-фазового управления управляемых выпрямителей; - изучить работу основных узлов системы импульсно-фазового управления однофазного управляемого выпрямителя; - практически исследовать работу основных узлов системы импульсно-фазового управления однофазного управляемого выпрямителя на универсальном лабораторном стенде "основы электропривода и преобразовательной техники".
9	Исследование трехфазного управляемого выпрямителя. Рассматрвиваемые вопросы: - изучить принципы построения и работы трехфазных управляемых выпрямителей; - изучить регулировочные характеристики трехфазного управляемого выпрямителя; - экспериментально исследовать работу трехфазного управляемого выпрямителя на активную, активно-индуктивную и двигательную нагрузку на универсальном лабораторном стенде "основы электропривода и преобразовательной техники".
10	Исследование трехфазных широтно-импульсных преобразователей. Рассматриваемые вопросы: - изучить принципы построения и работы трехфазных широтно-импульсных преобразователей; - изучить регулировочные характеристики трехфазного широтно-импульсного преобразователя; - экспериментально исследовать работу трехфазного широтно-импульсного преобразователя на активную, активно-индуктивную и двигательную нагрузку на универсальном лабораторном стенде "основы электропривода и преобразовательной техники".
11	Исследование широтно-импульсного прерывателя постоянного напряжения. Рассматрвиаемые вопросы: - изучить принципы построения и работы импульсного прерывателя постоянного напряжения; - изучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики широтно-импульсного прерывателя постоянного напряжения при активно-индуктивной нагрузке, шунтированной диодом.
12	Исследование широтно-импульсного прерывателя постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - изучить принципы построения и работы импульсного прерывателя постоянного тока; - изучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики широтно-импульсного прерывателя постоянного тока.
13	Исследование параллельного автономного инвертора тока. Рассматриваемые вопросы: - изучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики параллельного автономного инвертора тока при работе на активную нагрузку.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
14	Исследование последовательно-параллельного автономного инвертора тока. Рассматриваемые вопросы: - изучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики последовательно-параллельного автономного инвертора тока при работе на активную нагрузку.
15	Исследование последовательного резонансного автономного инвертора тока Рассматриваемые вопросы: - изучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики последовательного резонансного автономного инвертора тока при работе на активную нагрузку.
16	Исследование последовательно-параллельного резонансного автономного инвертора тока. Рассматриваемые вопросы: - иучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики последовательно-параллельного резонансного автономного инвертора тока при работе на активную нагрузку.
17	Исследование автономного инвертора напряжения. Рассматриваемые вопросы: - изучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики автономного инвертора напряжения при работе на активно - индуктивную нагрузку.
18	Исследование автономного инвертора напряжения с широтно – импульсной модуляцией. Рассматриваемые вопросы: - изучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики автономного инвертора напряжения с широтно – импульсной модуляцией при работе на активно - индуктивную нагрузку.
19	Исследование трехфазного автономного инвертора напряжения с широтно – импульсной модуляцией. Рассматриваемые вопросы: - изучить электромагнитные процессы, внешние, регулировочные и энергетические характеристики трехфазного автономного инвертора напряжения с широтно – импульсной модуляцией при работе на активно - индуктивную нагрузку.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с литературой
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Выполнение курсовой работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1 Расчет тиристорного выпрямителя

2Расчет автономного инвертора напряжения

3Расчет импульсного преобразователя постоянного напряжения

Варианты заданий

1. Выпрямительно-инверторный преобразователь (ВИП) для питания тяговых двигателей ЭПС.

2.Тип тягового двигателя НБ-418К6, НБ-412К, AL4442nP, РТ-51Д

3. Количество тяговых двигателей 2, 4, 6.

Схема соединения тяговых двигателей: последовательно 2, 4, 6...

параллельно 2, 4, 6.…

4. Напряжение питающей сети - 25 кВ переменного тока

минимальное напряжение -19 кВ

максимальное напряжение - 29 кВ

5. Частота напряжения питающей сети 50 Гц

6. Количество зон выпрямителя 2, 3, 4

7. Коэффициент перегрузки по току 1.5 2.0

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Евстафьев, А. М. Электронные преобразователи тягового подвижного состава : учебное пособие / А. М. Евстафьев, П. Г. Колпахчьян, А. Н. Сычугов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2025. — 67 с. — ISBN 978-5-7641-2064-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	URL: https://e.lanbook.com/book/519806 (дата обращения: 12.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Кулинич, Ю. М. Электронная и преобразовательная техника : учебник / Ю. М. Кулинич, С. А. Шухарев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. - 228 с. – ISBN 978-5-9729-2315-1. - Текст : электронный	URL: https://znanium.ru/catalog/product/2227009 (дата обращения: 12.10.2026). – Режим доступа: по подписке.

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

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

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

Система автоматизированного проектирования Autocad; Система автоматизированного проектирования Компас; специализированная программа Mathcad.

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

Учебные и лабораторные стенды

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 6, 7 семестрах.
Экзамен в 5, 6, 7 семестрах.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
««Тяговый подвижной состав
железных дорог» » Института
железнодорожного транспорта В.В. Литовченко

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТПСЖД О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова