

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Системы управления и электронная преобразовательная техника  
подвижного состава ВСМ**

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Инжиниринг подвижного состава  
высокоскоростных железнодорожных  
магистралей

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 РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5214  
Подписал: руководитель образовательной программы  
Пудовиков Олег Евгеньевич  
Дата: 04.02.2026

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины "Системы управления и электронная преобразовательная техника подвижного состава ВСМ" является:

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

Задачами освоения учебной дисциплины "Системы управления и электронная преобразовательная техника подвижного состава ВСМ" 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** - Способен выполнять обоснование параметров конструкции и систем подвижного состава ВСМ.

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 6 з.е. (216 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	№8	№9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	32	32	16
В том числе:				
Занятия лекционного типа	40	16	16	8
Занятия семинарского типа	40	16	16	8

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 136 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. Электронно-дырочный переход и его характеристики. Рассматриваемые вопросы: - основные свойства чистых и примесных полупроводников; - электропроводность чистых и примесных полупроводников; - дрейфовый и диффузионный токи в полупроводнике;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>- подвижность носителей и ее зависимость от температуры, концентрации примесей, напряженности электрического поля;</p> <p>- зависимость удельного сопротивления примесного полупроводника от температуры;</p> <p>- механизм рекомбинации и время жизни носителей;</p> <p>- закон убывания концентрации носителей за счет рекомбинации.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>- явления, возникающие в контакте металл - полупроводник и полупроводник - полупроводник разных типов проводимости;</p> <p>- зонная диаграмма р-п перехода. Анализ р-п перехода в равновесном и неравновесном состояниях;</p> <p>- вывод уравнения вольтамперной характеристики (ВАХ) р-п перехода;</p> <p>- отличия ВАХ реального диода от ВАХ р-п перехода;</p> <p>- виды пробоя р-п перехода;</p> <p>- температурные зависимости ВАХ р-п перехода.</p>
2	<p><b>Полупроводниковые диоды. Нагревание и охлаждение полупроводниковых приборов.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>- вольтамперная характеристика диода;</p> <p>- эквивалентные схемы диода при прямом и обратном смещениях;</p> <p>- анализ переходных процессов в диоде;</p> <p>- разновидности диодов (стабилитроны, диоды Шоттки, туннельные диоды, лавинные диоды);</p> <p>- основные конструкции и технологические приемы изготовления диодов;</p> <p>- процессы включения и выключения диода;</p> <p>- мощность потерь в диодах;</p> <p>- взаимосвязь основных параметров силовых диодов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>- процессы нагревания и охлаждения полупроводниковых приборов;</p> <p>- тепловая модель;</p> <p>- тепловые характеристики диодов, их охлаждение, расчет систем охлаждения.</p>
3	<p><b>Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>- устройство биполярного транзистора и основные соотношения между токами его электродов;</p> <p>- 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);</p> <p>- уравнения Эберса-Молла идеализированного транзистора;</p> <p>- характеристики транзистора при включении по схеме с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором;</p> <p>- параметры и эквивалентные схемы транзистора как четырехполюсника.</p> <p>- устройство, принцип действия, вольтамперные характеристики и эквивалентные схемы полевых транзисторов с управляющим р-п переходом;</p> <p>- МОП-транзисторы, выполненные на основе "металл-оксид-полупроводник".</p>
4	<p><b>Биполярные транзисторы с изолированным затвором (JGBT).</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>- устройство, принцип действия, вольтамперные характеристики и эквивалентные схемы JGBT-транзисторов;</p> <p>- статические и динамические характеристики транзисторов;</p> <p>- силовые модули на JGBT-транзисторах.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
5	<p>Транзисторные усилители. Транзисторные ключи. Импульсные схемы на транзисторах.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип работы транзисторного усилителя;</li> <li>- статический режим работы усилительного каскада;</li> <li>- выбор рабочей точки, расчет каскада по постоянному току;</li> <li>- усилители с емкостной связью;</li> <li>- обратная связь в усилителях;</li> <li>- температурная стабилизация в транзисторном усилителе;</li> <li>- усилители постоянного тока;</li> <li>- эмиттерные повторители;</li> <li>- каскад с эмиттерной связью (дифференциальный усилитель).</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- статические характеристики транзисторных ключей (режим отсечки, режим насыщения);</li> <li>- динамические режимы работы транзисторного ключа;</li> <li>- импульсные схемы на транзисторах: генераторы, усилители импульсов, мультивибраторы, триггеры;</li> <li>- процессы включения и выключения силового ключа;</li> <li>- цепи формирования траектории рабочей точки транзисторного ключа;</li> <li>- расчет параметров снабберных цепей.</li> </ul>
6	<p>Тиристоры. Групповое соединение силовых полупроводниковых приборов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические процессы в 4х-слоистой структуре;</li> <li>- вольтамперная характеристика тиристора;</li> <li>- переходные процессы включения и выключения одно-операционных тиристоров малой и большой мощности;</li> <li>- классификационные параметры тиристоров;</li> <li>- запираемые по управляющему электроду тиристоры (GTO-тиристоры, IGCT-тиристоры).</li> </ul> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- последовательное и параллельное соединение полупроводниковых приборов;</li> <li>- распределение токов и напряжений между приборами</li> <li>- определение параметров делителей тока и напряжения;</li> <li>- защита полупроводниковых приборов от сверхтоков и перенапряжений.</li> </ul>
7	<p>Интегральные микросхемы (ИМС). Устройства информационной электроники.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип создания и основные элементы ИМС;</li> <li>- аналоговые ИМС</li> <li>- дифференциальные и операционные (ОУ) усилители;</li> <li>- свойства идеального операционного усилителя;</li> <li>- реальный операционный усилитель, корректирующие цепи и их назначение;</li> <li>- основные схемы включения операционного усилителя;</li> <li>- использование операционного усилителя для реализации математических функций: суммирования, интегрирования, дифференцирования и др.</li> </ul>
8	<p>Цифровые интегральные микросхемы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории цифровых систем;</li> <li>- логические переменные и основные законы алгебры логики;</li> <li>- логические функции двух аргументов;</li> <li>- способы описания логических функций;</li> <li>- составление и минимизация логических уравнений;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- построение комбинационных логических схем на типовых элементах;</li> <li>- типовые комбинационные преобразователи логических сигналов: дешифраторы, сумматоры, мультиплексоры;</li> <li>- комбинационные логические устройства;</li> <li>- логические устройства с памятью;</li> <li>- триггеры и триггерные устройства. Триггеры RS, JK, D, T - типов. Типовые устройства с памятью: счетчики, регистры;</li> <li>- аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Способы аналого-цифрового преобразования (АЦП). Структурные схемы ЦАП и АЦП;</li> <li>- ББольшие ИМС. Микропроцессорные наборы. Принципы создания и организации работы микропроцессорных систем.</li> </ul>
9	<p><b>Полупроводниковые преобразователи параметров электрической энергии.</b>  <b>Полупроводниковые выпрямители.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация полупроводниковых преобразователей параметров электрической энергии.</li> </ul> <p>Преобразователи параметров напряжения, тока, частоты;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выпрямители, инверторы, импульсные прерыватели, непосредственные преобразователи частоты, циклоконвертеры. Обратимость полупроводниковых преобразователей.</li> </ul> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нулевой, мостовой выпрямители;</li> <li>- основные соотношения: среднее значение выпрямленного напряжения, средние значения токов полупроводниковых приборов, напряжение на полупроводниковых приборах, мощность трансформатора.</li> </ul>
10	<p><b>Мостовая схема выпрямления.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- регулирование напряжения на выходе выпрямителя;</li> <li>- основные соотношения: среднее значение выпрямленного напряжения, средние значения токов полупроводниковых приборов, напряжение на полупроводниковых приборах, мощность трансформатора;</li> <li>- регулировочная характеристика;</li> <li>- действующее значение тока трансформатора;</li> <li>- коэффициент мощности выпрямителя;</li> <li>- влияние алгоритма управления тиристорами выпрямителя на регулировочную характеристику, действующее значение тока трансформатора и коэффициент мощности выпрямителя.</li> </ul>
11	<p><b>Процессы коммутации в выпрямителях.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- процессы коммутации в выпрямителях. Уравнение коммутации;</li> <li>- зависимость угла коммутации от угла регулирования;</li> <li>- внешняя характеристика выпрямителя;</li> <li>- влияние активных сопротивлений на внешнюю характеристику выпрямителя;</li> <li>- энергетические показатели выпрямителей;</li> <li>- влияние углов регулирования и коммутации на коэффициент мощности выпрямителя.</li> </ul>
12	<p><b>Повышение энергетической эффективности выпрямителей.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- зонно-фазовое регулирование напряжения;</li> <li>- двухзонные выпрямители;</li> <li>- основные соотношения: среднее значение выпрямленного напряжения на первой и второй зонах регулирования;</li> <li>- влияние углов регулирования и коммутации на коэффициент мощности выпрямителя;</li> <li>- коэффициент мощности выпрямителя на первой и второй зонах регулирования;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выпрямители с принудительной коммутацией полупроводниковых приборов;</li> <li>- влияние углов включения и выключения на регулировочную характеристику выпрямителя;</li> <li>- влияние углов включения и выключения на коэффициент мощности выпрямителя.</li> </ul>
13	<p><b>Инвертирования постоянного тока. Пульсации выпрямленного напряжения и тока.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ведомые сетью инверторы. Условия обеспечения процесса инвертирования;</li> <li>- процессы коммутации в ведомых сетью инверторах;</li> <li>- углы прегулирования, опережения, коммутации и запаса;</li> <li>- внешняя характеристика ведомого сетью инвертора при различных законах регулирования: а) постоянство угла регулирования и б) постоянство угла запаса;</li> <li>- устойчивость процесса коммутации на электровозах переменного тока с коллекторными тяговыми двигателями на примере электровоза 2ЭС5К.</li> </ul> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пульсации выпрямленного напряжения и тока;</li> <li>- спектральный состав выпрямленного напряжения;</li> <li>- влияние угла регулирования на амплитуды гармоник выпрямленного напряжения;</li> <li>- сглаживание пульсаций выпрямленного тока;</li> <li>- сглаживающие реакторы и определение индуктивности сглаживающего реактора.</li> </ul>
14	<p><b>Непосредственные преобразователи частоты. Системы управления полупроводниковыми преобразователями.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- преобразование переменного <math>m</math>-фазного напряжения частотой <math>f</math> в <math>m1</math>-фазное напряжение частотой <math>f1</math>;</li> <li>- условия обеспечения такого преобразования, соотношения между числом фаз на входе и выходе преобразователя и частотами на входе и выходе;</li> <li>- пример однофазно-трехфазного преобразователя для питания вспомогательных двигателей электровозов переменного тока.</li> </ul> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системы управления полупроводниковыми преобразователями;</li> <li>- требования к системе управления выпрямителем;</li> <li>- функциональная схема системы управления выпрямителем.</li> </ul>
15	<p><b>Узел синхронизации с сетью. Узел фазового управления при аналоговом способе обработки информации.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования к узлу синхронизации системы управления выпрямителем с сетью и сложность его работы;</li> <li>- использование разложения кривой питающего напряжения в ряд Фурье для обеспечения помехоустойчивости синхронизатора с сетью.</li> </ul> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- функциональная схема узла фазового управления выпрямителем;</li> <li>- принципиальная схема узла фазового управления выпрямителем при аналоговом способе обработки информации;</li> <li>- аналоговый генератор пилообразного напряжения;</li> <li>- выбор параметров интегратора;</li> <li>- аналоговый компаратор узла фазового управления выпрямителем.</li> </ul>
16	<p><b>Узел фазового управления при цифровом способе обработки информации. Узел распределения импульсов управления тиристорами выпрямителя.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- функциональная схема узла фазового управления выпрямителем;</li> <li>- принципиальная схема узла фазового управления выпрямителем при цифровом способе обработки информации;</li> <li>- цифровой генератор пилообразного напряжения;</li> <li>- выбор параметров генератора тактовых импульсов;</li> <li>- цифровой компаратор узла фазового управления выпрямителем;</li> <li>- использование сумматора для сравнения двух двоичных кодов.</li> </ul> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- узел распределения импульсов управления тиристорами выпрямителя;</li> <li>- синтез узла распределения импульсов на логических элементах;</li> <li>- узел формирования импульсов управления тиристорами;</li> <li>- схема узла формирования импульсов управления тиристорами и ее работа</li> </ul>
17	<p><b>Импульсный прерыватель постоянного напряжения. Импульсный прерыватель постоянного тока.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- схема, принцип работы, способы регулирования напряжения;</li> <li>- внешняя и регулировочная характеристики импульсного прерывателя постоянного напряжения с учетом сопротивления источника питания.</li> </ul> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- схема, принцип работы, способы регулирования напряжения;</li> <li>- внешняя и регулировочная характеристики импульсного прерывателя постоянного тока с учетом сопротивления источника питания.</li> </ul>
18	<p><b>Схемы полупроводниковых ключей импульсных прерывателей постоянного напряжения и тока. Пульсации токов и напряжений при импульсном регулировании постоянного напряжения и тока.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- однооперационные, двухоперационные и трехоперационные ключи с принудительной конденсаторной коммутацией;</li> <li>- принцип работы ключей;</li> <li>- транзисторный полупроводниковый ключ;</li> <li>- электромагнитные процессы, расчет параметров элементов ключа.</li> </ul> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сглаживание пульсаций выходного тока импульсного прерывателя постоянного напряжения, расчет параметров выходного фильтра;</li> <li>- сглаживание пульсаций входного тока импульсного прерывателя постоянного напряжения, расчет параметров входного фильтра.</li> </ul>
19	<p><b>Автономные инверторы тока. Трехфазный автономный инвертор тока с отсекающими диодами.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип работы однофазного автономного инвертора тока, основные соотношения;</li> <li>- особенности полупроводниковых ключей инверторов тока;</li> <li>- параллельный инвертор тока;</li> <li>- принцип работы, основные соотношения;</li> <li>- однофазный автономный инвертор тока с отсекающими диодами, принцип работы, основные соотношения.</li> </ul> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип работы принцип работы;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- использование инвертора для питания асинхронных двигателей, основные соотношения; - электромагнитные процессы коммутации в трехфазном автономном инверторе тока с отсекающими диодами.
20	<p>Автономные инверторы напряжения. Трехфазный автономный инвертор напряжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип работы однофазного мостового инвертора напряжения, основные соотношения;</li> <li>- особенности полупроводниковых ключей инверторов напряжения;</li> <li>- принцип работы однофазного полумостового инвертора напряжения, основные соотношения.</li> </ul> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип работы, основные соотношения;</li> <li>- регулирование напряжения в автономных инверторах;</li> <li>- широтно-импульсная модуляция в однофазном инверторе напряжения;</li> <li>- принцип работы и основные соотношения;</li> <li>- использование инверторов напряжения для частотного регулирования асинхронных тяговых двигателей.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Принцип действия диода Расчет и построение характеристик диода.
2	Групповое соединение диода Расчет цепи с групповым соединением диода.
3	Принцип действия транзистора Расчет и построение характеристик транзисторов.
4	Принцип действия тиристорov Расчет и построение характеристик тиристорov.
5	Импульсные преобразователи постоянного напряжения Расчет и построение характеристик импульсных преобразователей постоянного напряжения.
6	Автономный инвертор напряжения Характеристики автономного инвертора напряжения.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

- 1 Расчет тиристорного выпрямителя
- 2 Расчет автономного инвертора напряжения
- 3 Расчет 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	Электронная техника и преобразователи А.Т. Бурков Однотомное издание Транспорт , 1999	Библиотека МКТ (Люблино); НТБ (уч.2); НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)
2	Преобразовательные полупроводниковые устройства подвижного состава Ю.М. Иньков, Н.А. Ротанов, В.П. Феоктистов и др.; Ред. Ю.М. Иньков; Под Ред. Ю.М. Иньков Однотомное издание Транспорт , 1982	НТБ (фб.)

3	Онищенко, Г. Б. Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения : учебное пособие / Г.Б. Онищенко, О.М. Соснин. — Москва : ИНФРА-М, 2025. — 122 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-018517-0. - Текст : электронный	<a href="https://znanium.ru/catalog/product/2157002">https://znanium.ru/catalog/product/2157002</a> (дата обращения: 03.12.2025). – Режим доступа: по подписке.
4	Кулинич, Ю. М. Электронная и преобразовательная техника : учебник / Ю. М. Кулинич, С. А. Шухарев. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 228 с. — ISBN 978-5-9729-2315-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	<a href="https://e.lanbook.com/book/501113">https://e.lanbook.com/book/501113</a> (дата обращения: 03.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miiit.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:

Зачет в 7, 8, 9 семестрах.

10. Оценочные материалы.

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



Авторы:

профессор, профессор, д.н. кафедры  
«Электропоезда и локомотивы»

Ю.М. Иньков

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Электропоезда и локомотивы»

В.В. Литовченко

Согласовано:

Директор

О.Н. Покусаев

Руководитель образовательной  
программы

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической  
комиссии

Д.В. Паринов