

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Электротехническое материаловедение и ТВН**

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 РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 3221  
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим  
Валерьевич  
Дата: 13.02.2026

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

Целями освоения учебной дисциплины «Электротехническое материаловедение и ТВН» являются:

- формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области электроматериаловедения;
- приобретение знаний о свойствах и характеристиках электроматериалов, применяемых в электротехническом оборудовании, и методах контроля их качества.

Изучение дисциплины «Электротехническое материаловедение и ТВН» способствует решению следующих задач в профессиональной деятельности:

- освоение обучающимися методов оценки электрической прочности изоляции;
- определение уровня перенапряжений в сетях высокого и сверхвысокого напряжения;
- умение выбора защитных устройств от внутренних и внешних перенапряжений;
- освоение технологии очистки полупроводников и получение полупроводниковых соединений;
- изучение новых материалов, необходимых для решения электротехнических задач.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ПК-4** - Способен выполнять подбор электротехнических материалов на основе знаний об области их применения, свойствах и характеристиках в ходе проектирования и эксплуатации устройств электроснабжения железных дорог.

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

### **Знать:**

- классификацию материалов по их назначению, составу и свойствам;
- нормативные документы по оценке пригодности материалов при их использовании в оборудовании;
- требования правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений

**Уметь:**

- выбирать изоляционные расстояния;
- оценивать надёжность открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи,
- выбирать защитные устройства от внутренних и внешних перенапряжений;

**Владеть:**

- навыками проведения профилактических испытаний и оценки работоспособного состояния материалов электрооборудования;
- навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования.

**3. Объем дисциплины (модуля).****3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 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	
		№4	№5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	128	64	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	64	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 124 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	Строение вещества. Общая характеристика материалов. Рассматриваемые вопросы: - классификация материалов; - основы зонной теории проводимости.
2	Изоляционные материалы (диэлектрики). Изоляция установок высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередач и кабелей. Рассматриваемые вопросы: - поляризация диэлектриков, ее виды; - диэлектрическая проницаемость и ее зависимость от различных факторов; - электропроводность диэлектриков и влияние на нее различных факторов; - особенности и методы испытания электропроводности твердых диэлектриков; - виды профилактических испытаний и испытательные напряжения - испытательные установки промышленной частоты; - измерение при высоких напряжениях; - изоляторы устройств электроснабжения.
3	Изоляция установок высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередач и кабелей. Рассматриваемые вопросы: - виды профилактических испытаний и испытательные напряжения - испытательные установки промышленной частоты; - измерение при высоких напряжениях; - изоляторы устройств электроснабжения.
4	Потери энергии в диэлектриках. Рассматриваемые вопросы: - виды диэлектрических потерь в изолирующих материалах; - тангенс угла диэлектрических потерь и его зависимость от различных факторов; - измерение тангенса угла диэлектрических потерь.
5	Защита от перенапряжений устройств электроснабжения. Рассматриваемые вопросы: - принцип координации изоляции; - коммутационные перенапряжения; - разрядники, молнеотводы и заземлители.
6	Пробой диэлектриков. Рассматриваемые вопросы: - виды разрядов в газах, их краткая характеристика; - электрофизические процессы в газах.
7	Электрическая прочность газов и влияние на нее различных факторов. Рассматриваемые вопросы: - виды разрядов в газах, их краткая характеристика;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- электрофизические процессы в газах;</li> <li>- основное оборудование высоковольтной лаборатории.</li> </ul>
8	<p><b>Электропроводность жидких и твердых диэлектриков.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пробой газообразной, жидкой и твердой изоляции;</li> <li>- органические и неорганические электроизолирующие материалы;</li> <li>- испытательные установки для определения электрической прочности трансформаторных масел;</li> <li>- изоляция высоковольтных трансформаторов и контроль ее качества.</li> </ul>
9	<p><b>Полупроводниковые материалы.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеристика полупроводниковых материалов;</li> <li>- p-n переход;</li> <li>- примесная и собственная проводимость полупроводников;</li> <li>- токи в полупроводниках; дрейфовый ток; диффузионный ток;</li> <li>- влияние напряжения, температуры и освещенности на электропроводность полупроводников;</li> <li>- нелинейные полупроводниковые резисторы, свойства и применение;</li> <li>- терморезисторы и фоторезисторы, их свойства и применение в измерительной технике;</li> <li>- технология очистки полупроводников и получение химических полупроводниковых соединений и материалов на их основе.</li> </ul>
10	<p><b>Факторы влияющие на характеристики полупроводниковых материалов.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- влияние напряжения, температуры и освещенности на электропроводность полупроводников;</li> <li>- нелинейные полупроводниковые резисторы, свойства и применение;</li> <li>- терморезисторы и фоторезисторы, их свойства и применение в измерительной технике;</li> <li>- технология очистки полупроводников и получение химических полупроводниковых соединений и материалов на их основе.</li> </ul>
11	<p><b>Проводниковые материалы.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные характеристики проводниковых материалов, факторы, влияющие на них;</li> <li>- атомно-кристаллическое строение металлов;</li> <li>- дефекты кристаллического строения и их влияние на свойства металлов;</li> <li>- электрические и тепловые характеристики проводниковых материалов;</li> <li>- металлы и сплавы высокой проводимости;</li> <li>- сверхпроводники и криопроводники, их свойства и применение;</li> <li>- проводниковые сплавы высокого удельного сопротивления и изделия на их основе;</li> <li>- применение проводниковых сплавов в измерительных устройствах.</li> </ul>
12	<p><b>Характеристики и свойства проводниковых материалов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электрические и тепловые характеристики проводниковых материалов;</li> <li>- металлы и сплавы высокой проводимости;</li> <li>- сверхпроводники и криопроводники, их свойства и применение;</li> <li>- проводниковые сплавы высокого удельного сопротивления и изделия на их основе;</li> <li>- применение проводниковых сплавов в измерительных устройствах.</li> </ul>
13	<p><b>Магнитные материалы.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- структура и свойства магнитных материалов;</li> <li>- классификация и основные характеристики магнитных материалов;</li> <li>- магнитомягкие материалы для средних частот;</li> <li>- пермаллой и альсиферы;</li> <li>- магнитомягкие материалы для высоких частот;</li> <li>- магнитодиэлектрики и ферриты;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	-магнитотвердые сплавы, их характеристики и изделия на их основе; - магнитные материалы специального назначения; -логическая магнитоэлектроника, преобразователи магнитного поля, магнитные датчики.
14	<b>Особенности магнитных материалов.</b> Рассматриваемые вопросы: -магнитомягкие материалы для средних частот; - пермаллой и альсиферы; -магнитомягкие материалы для высоких частот; - магнитодиэлектрики и ферриты; -магнитотвердые сплавы, их характеристики и изделия на их основе; - магнитные материалы специального назначения; -логическая магнитоэлектроника, преобразователи магнитного поля, магнитные датчики.
15	<b>Особенности магнитных материалов.</b> Рассматриваемые вопросы: -магнитомягкие материалы для средних частот; - пермаллой и альсиферы; -магнитомягкие материалы для высоких частот; - магнитодиэлектрики и ферриты; -магнитотвердые сплавы, их характеристики и изделия на их основе; - магнитные материалы специального назначения; -логическая магнитоэлектроника, преобразователи магнитного поля, магнитные датчики.
16	<b>Применение магнитных материалов.</b> Рассматриваемые вопросы: -магнитные материалы специального назначения; -логическая магнитоэлектроника, преобразователи магнитного поля, магнитные датчики.
17	<b>Новые материалы и перспективные технологии в электротехническом материаловедении.</b> Рассматриваемые вопросы: - новое в создание электроизоляционных материалов; - современные технологии полупроводникового производства; - применение композиционных материалов; - технология изготовления изделий из металлических, порошковых и полимерных композиционных материалов.
18	<b>Изоляция в электроустановках высокого напряжения.</b> Рассматриваемые вопросы: - изоляция силовых трансформаторов; - изоляция выводов высокого напряжения; - изоляция силовых конденсаторов; - изоляция силовых кабелей.
19	<b>Испытания изоляции.</b> Рассматриваемые вопросы: - дефекты изоляции и механизмы их возникновения; - основные виды профилактических испытаний изоляции.
20	<b>Методы диагностирования электрооборудования.</b> Рассматриваемые вопросы: - оценка электрооборудования по результатам проверок измерений и испытаний; - условия выбора применяемого методы диагностики; - классификация методов неразрушающего контроля.
21	<b>Магнитный метод неразрушающего контроля.</b> Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- магнитопорошковый; - индукционный.
22	Особенности магнитного метода неразрушающего контроля. Рассматриваемые вопросы: - магнитопорошковый; - индукционный; -магнитографический; -феррозондовый; -метод эффекта Холла.
23	Электрический метод неразрушающего контроля. Рассматриваемые вопросы: - термоэлектрический; - трибоэлектрический.
24	Особенности электрического метода неразрушающего контроля. Рассматриваемые вопросы: - электропотенциальный; -электроемкостной; -электростатический порошковый; -электропараметрический.
25	Тепловой метод неразрушающего контроля. Рассматриваемые вопросы: - тепловая дефектоскопия; - тепловая дефектометрия; - тепловая томография.
26	Особенности теплового метода неразрушающего контроля. Рассматриваемые вопросы: -инфракрасные тепловизионные устройства; -принцип работы цветового пирометра.
27	Особенности визуально-оптический метода неразрушающего контроля. Рассматриваемые вопросы: - средства для визуально-оптического контроля; -схема оптического контроля геометрии поверхности.
28	Акустический метод неразрушающего контроля. Рассматриваемые вопросы: -акустико-эмиссионный метод; -импедансный метод; -метод свободных колебаний; -параметрами, которые анализируются в процессе акустического метода
29	Перенапряжения в высоковольтном оборудовании. Рассматриваемые вопросы: - работа линии с изолированной нейтралью или с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор; - влияния скорости гашения дуги на возникающие перенапряжения.
30	Квазистационарные и коммутационные перенапряжения. Рассматриваемые вопросы: - грозозащита контактной сети; -зоны защиты молниеотводов.
31	Испытательные установки высокого переменного напряжения. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	-испытательный трансформатор; -диагностика методом измерения тангенса угла диэлектрических потерь кабелей.
32	<b>Испытательные установки высокого постоянного напряжения.</b> Рассматриваемые вопросы: - измерительный шаровой разрядник; -электростатический вольтметр; -измерения высокого напряжения магнитоэлектрическим прибором с добавочным резистором.
33	<b>Генераторы импульсных напряжений.</b> Рассматриваемые вопросы: -параметры импульсов напряжений; - схемы однокаскадных генераторов импульсных напряжений; - схемы многокаскадных генераторов импульсных напряжений; -размещение генераторов импульсных напряжений в высоковольтном зале.

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<b>Исследование влияния влажности на поверхностную электропроводность твердых диэлектриков.</b> На лабораторном занятии студент экспериментально изучает влияние адсорбции влаги на величину поверхностного сопротивления твердых диэлектриков и способы защиты их от увлажнения.
2	<b>Исследование зависимости электропроводности изоляции от величины приложенного напряжения</b> На лабораторном занятии студент экспериментально изучает влияние напряжения на электропроводность различных твердых диэлектриков.
3	<b>Контроль изоляции электротехнических устройств.</b> На лабораторном занятии студент делает оценку качества изоляции испытуемого материала по величине диэлектрических потерь и коэффициенту абсорбции.
4	<b>Исследование зависимости пробивного напряжения воздушных промежутков от формы электродов.</b> На лабораторном занятии студент экспериментально изучает влияние электрической прочности газовых промежутков от формы электродов, а также изучает влияние давления и расстояние между электродами газового промежутка на его пробивное напряжение.
5	<b>Исследование эффекта полярности в резконеоднородном поле.</b> На лабораторном занятии студент экспериментально изучает особенности пробоя воздушного промежутка между заостренным стержнем и плоским диском с острыми краями при различной полярности напряжения на стержне.
6	<b>Пробой жидких диэлектриков.</b> На лабораторном занятии студент экспериментально исследует электрическую прочность жидкого диэлектрика – трансформаторного масла (с последующей статистической обработкой результатов измерений).
7	<b>Пробой твердых диэлектриков.</b> На лабораторном занятии студент экспериментально исследует электрическую прочность твердого диэлектрика – конденсаторную бумагу и изучает особенности электрического и теплового пробоя твердых диэлектриков.



№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
8	<p>Определение температурной зависимости сопротивлений полупроводниковых и проводниковых материалов с различным химическим составом.</p> <p>На лабораторном занятии студент экспериментально изучает зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры и определяет их температурные коэффициенты.</p>
9	<p>Исследование фотопроводимости полупроводников.</p> <p>На лабораторном занятии студент экспериментально изучает влияния освещенности на электропроводность различных полупроводниковых материалов.</p>
10	<p>Исследование частотных свойств проводников.</p> <p>На лабораторном занятии студент экспериментально изучает частотные свойства проводниковых материалов.</p>
11	<p>Исследование термоэлектродвижущей силы металлических проводников.</p> <p>На лабораторном занятии студент экспериментально определяет влияние температуры и химического состава различных металлических проводников на величину термоэлектродвижущей силы и делает вывод о том, какие материалы целесообразно использовать для термопар.</p>
12	<p>Исследование свойств ферромагнитных материалов.</p> <p>На лабораторном занятии студент экспериментально определяет и производит анализ основных магнитных характеристик электротехнической стали, пермаллоя и феррита.</p>

#### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Изоляционные материалы (диэлектрики).</p> <p>В результате практических занятий студент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- получает навыки работы с различными изоляционными материалами;</li> <li>- определяет радиус внутреннего электрода сферического конденсатора;</li> <li>- определяет максимальную напряженность поля при пробое трансформаторного масла.</li> </ul>
2	<p>Электропроводность твердых диэлектриков.</p> <p>В результате практических занятий студент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- получает знания по маркировке проводов и кабелей;</li> <li>- учится выбирать и расшифровать марку кабеля и провода в соответствии с данными.</li> </ul>
3	<p>Пробой газообразных диэлектриков.</p> <p>В результате практических занятий студент получает навык определения среднегодовых потерь мощности на корону для одноцепной линии с проводами.</p>
4	<p>Полупроводниковые материалы.</p> <p>В результате практических занятий студент получает навыки по работе с полупроводниковыми приборами.</p>
5	<p>Проводниковые материалы.</p> <p>В результате практических занятий студент получает знания по измерению удельного сопротивления проводников и навык определения коэффициента теплопроводности проводника.</p>
6	<p>Магнитные материалы.</p> <p>В результате практических занятий студент получает навык определения типа материала по виду кривой намагничивания.</p>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к лабораторным работам

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

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Радченко, М. В. Электротехническое материаловедение / М. В. Радченко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 116 с. — ISBN 978-5-507-46955-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/324974">https://e.lanbook.com/book/324974</a> (дата обращения: 14.02.2024).
2	Мороз, Н. К. Электротехническое материаловедение / Н. К. Мороз. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 148 с. — ISBN 978-5-9729-0390-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/148374">https://e.lanbook.com/book/148374</a> (дата обращения: 14.02.2024).
3	Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. С. Ким. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-5296-5.	<a href="https://e.lanbook.com/book/139259">https://e.lanbook.com/book/139259</a> (дата обращения: 14.02.2024).
4	Савина, Н. В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них : учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2015. — 191 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/156473">https://e.lanbook.com/book/156473</a> (дата обращения: 14.02.2024).
1	Электроматериаловедение : учебно-методическое пособие / составители А. В. Черепанов, А. Д. Степанов. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 52 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/157976">https://e.lanbook.com/book/157976</a> (дата обращения: 31.01.2024).
2	Гусева, Е. А. Материаловедение : учебное пособие / Е. А. Гусева, М. В. Константинова. — Иркутск : ИРНИТУ, 2020. — 250 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/325160">https://e.lanbook.com/book/325160</a> (дата обращения: 31.01.2024).
3	Техника высоких напряжений : учебно-методическое пособие / составители А. В. Черепанов, А. Д. Степанов. — Иркутск : ИрГУПС, 2020. — 72 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/200171">https://e.lanbook.com/book/200171</a> (дата обращения: 14.02.2024).
4	Перевертов, В. П. Материаловедение : учебное пособие / В. П. Перевертов. — Самара : СамГУПС, 2016. — 136 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/130341">https://e.lanbook.com/book/130341</a> (дата обращения: 31.01.2024).

5	Лабунский, Л. С. Материаловедение : учебное пособие / Л. С. Лабунский, Е. В. Добрынин. — Самара : СамГУПС, 2013. — 92 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/130325">https://e.lanbook.com/book/130325</a> (дата обращения: 31.01.2024).
---	--	--

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](http://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

Лабораторные комплексы "Электротехническое материаловедение" и "Техника высоких напряжений", персональные компьютеры.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 4 семестре.

Экзамен в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, к.н. кафедры  
«Электроэнергетика транспорта»

Е.Ю. Семенова

доцент, к.н. кафедры  
«Электроэнергетика транспорта»

А.С. Соловьева

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин