

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: 01.06.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Электротехнические материалы 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 «Электротехнические материалы 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; - электрофизические процессы в газах; - основное оборудование высоковольтной лаборатории.

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

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	-логическая магнитоэлектроника, преобразователи магнитного поля, магнитные датчики.
14	<p>Особенности магнитных материалов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -магнитомягкие материалы для средних частот; - пермаллои и альсиферы; -магнитомягкие материалы для высоких частот; - магнитодиэлектрики и ферриты; -магнитотвердые сплавы, их характеристики и изделия на их основе; - магнитные материалы специального назначения; <p>-логическая магнитоэлектроника, преобразователи магнитного поля, магнитные датчики.</p>
15	<p>Особенности магнитных материалов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -магнитомягкие материалы для средних частот; - пермаллои и альсиферы; -магнитомягкие материалы для высоких частот; - магнитодиэлектрики и ферриты; -магнитотвердые сплавы, их характеристики и изделия на их основе; - магнитные материалы специального назначения; <p>-логическая магнитоэлектроника, преобразователи магнитного поля, магнитные датчики.</p>
16	<p>Применение магнитных материалов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -магнитные материалы специального назначения; <p>-логическая магнитоэлектроника, преобразователи магнитного поля, магнитные датчики.</p>
17	<p>Новые материалы и перспективные технологии в электротехническом материаловедении.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - новое в создание электроизоляционных материалов; - современные технологии полупроводникового производства; - применение композиционных материалов; - технология изготовления изделий из металлических, порошковых и полимерных композиционных материалов.
18	<p>Изоляция в электроустановках высокого напряжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изоляция силовых трансформаторов; - изоляция выводов высокого напряжения; - изоляция силовых конденсаторов; - изоляция силовых кабелей.
19	<p>Испытания изоляции.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - дефекты изоляции и механизмы их возникновения; - основные виды профилактических испытаний изоляции.
20	<p>Методы диагностирования электрооборудования.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценка электрооборудования по результатам проверок измерений и испытаний; - условия выбора применяемого методы диагностики; - классификация методов неразрушающего контроля.
21	<p>Магнитный метод неразрушающего контроля.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - магнитопорошковый; - индукционный.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
22	<p>Особенности магнитного метода неразрушающего контроля.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - магнитопорошковый; - индукционный; -магнитографический; -феррозондовый; -метод эффекта Холла.
23	<p>Электрический метод неразрушающего контроля.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - термоэлектрический; - трибоэлектрический.
24	<p>Особенности электрического метода неразрушающего контроля.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электропотенциальный; -электроемкостной; -электростатический порошковый; -электропараметрический.
25	<p>Тепловой метод неразрушающего контроля.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тепловая дефектоскопия; - тепловая дефектометрия; - тепловая томография.
26	<p>Особенности теплового метода неразрушающего контроля.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -инфракрасные тепловизионные устройства; -принцип работы цветового пирометра.
27	<p>Особенности визуально-оптический метода неразрушающего контроля.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - средства для визуально-оптического контроля; -схема оптического контроля геометрии поверхности.
28	<p>Акустический метод неразрушающего контроля.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -акустико-эмиссионный метод; -импедансный метод; -метод свободных колебаний; -параметрами, которые анализируются в процессе акустического метода
29	<p>Перенапряжения в высоковольтном оборудовании.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа линии с изолированной нейтралью или с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор; - влияния скорости гашения дуги на возникающие перенапряжения.
30	<p>Квазистационарные и коммутационные перенапряжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - грозозащита контактной сети; -зоны защиты молниеотводов.
31	<p>Испытательные установки высокого переменного напряжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -испытательный трансформатор; -диагностика методом измерения тангенса угла диэлектрических потерь кабелей.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
32	Испытательные установки высокого постоянного напряжения. Рассматриваемые вопросы: - измерительный шаровой разрядник; - электростатический вольтметр; - измерения высокого напряжения магнитоэлектрическим прибором с добавочным резистором.
33	Генераторы импульсных напряжений. 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	Исследование влияния влажности на поверхностную электропроводность твердых диэлектриков. На лабораторном занятии студент экспериментально изучает влияние адсорбции влаги на величину поверхностного сопротивления твердых диэлектриков и способы защиты их от увлажнения.
2	Исследование зависимости электропроводности изоляции от величины приложенного напряжения На лабораторном занятии студент экспериментально изучает влияние напряжения на электропроводность различных твердых диэлектриков.
3	Контроль изоляции электротехнических устройств. На лабораторном занятии студент делает оценку качества изоляции испытуемого материала по величине диэлектрических потерь и коэффициенту абсорбции.
4	Исследование зависимости пробивного напряжения воздушных промежутков от формы электродов. 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	Исследование эффекта полярности в резконеоднородном поле. 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	Пробой жидких диэлектриков. На лабораторном занятии студент экспериментально исследует электрическую прочность жидкого диэлектрика – трансформаторного масла (с последующей статистической обработкой результатов измерений).
7	Пробой твердых диэлектриков. На лабораторном занятии студент экспериментально исследует электрическую прочность твердого диэлектрика – конденсаторную бумагу и изучает особенности электрического и теплового пробоя твердых диэлектриков.
8	Определение температурной зависимости сопротивлений полупроводниковых и проводниковых материалов с различным химическим составом. На лабораторном занятии студент экспериментально изучает зависимость сопротивления металлов и

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	полупроводников от температуры и определяет их температурные коэффициенты.
9	Исследование фотопроводимости полупроводников. На лабораторном занятии студент экспериментально изучает влияния освещенности на электропроводность различных полупроводниковых материалов.
10	Исследование частотных свойств проводников. На лабораторном занятии студент экспериментально изучает частотные свойства проводниковых материалов.
11	Исследование термоэлектродвижущей силы металлических проводников. 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.
12	Исследование свойств ферромагнитных материалов. На лабораторном занятии студент экспериментально определяет и производит анализ основных магнитных характеристик электротехнической стали, пермаллоя и феррита.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Изоляционные материалы (диэлектрики). В результате практических занятий студент: - получает навыки работы с различными изоляционными материалами; - определяет радиус внутреннего электрода сферического конденсатора; - определяет максимальную напряженность поля при пробое трансформаторного масла.
2	Электропроводность твердых диэлектриков. В результате практических занятий студент: - получает знания по маркировке проводов и кабелей; - учится выбирать и расшифровать марку кабеля и провода в соответствии с данными.
3	Пробой газообразных диэлектриков. В результате практических занятий студент получает навык определения среднегодовых потерь мощности на корону для одноцепной линии с проводами.
4	Полупроводниковые материалы. В результате практических занятий студент получает навыки по работе с полупроводниковыми приборами.
5	Проводниковые материалы. В результате практических занятий студент получает знания по измерению удельного сопротивления проводников и навык определения коэффициента теплопроводности проводника.
6	Магнитные материалы. В результате практических занятий студент получает навык определения типа материала по виду кривой намагничивания.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к лабораторным работам
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.	https://e.lanbook.com/book/324974 (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.	https://e.lanbook.com/book/148374 (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.	https://e.lanbook.com/book/139259 (дата обращения: 14.02.2024).
4	Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебное пособие / И. М. Бортник, А. А. Белогловский, И. П. Верещагин [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : НИУ МЭИ, 2018. — 732 с. — ISBN 978-5-7046-1938-3.	https://e.lanbook.com/book/307226 (дата обращения: 14.02.2024).
5	Савина, Н. В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них : учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2015. — 191 с.	https://e.lanbook.com/book/156473 (дата обращения: 14.02.2024).
1	Электроматериаловедение : учебно-методическое пособие / составители А. В. Черепанов, А. Д. Степанов. — Иркутск : ИрГУПС, 2019. — 52 с.	https://e.lanbook.com/book/157976 (дата обращения: 31.01.2024).
2	Гусева, Е. А. Материаловедение : учебное пособие / Е. А. Гусева, М. В. Константинова. — Иркутск : ИРНТУ, 2020. — 250 с.	https://e.lanbook.com/book/325160 (дата обращения: 31.01.2024).
3	Техника высоких напряжений : учебно-методическое пособие / составители А. В. Черепанов, А. Д. Степанов. — Иркутск : ИрГУПС, 2020. — 72 с.	https://e.lanbook.com/book/200171 (дата обращения: 14.02.2024).
4	Перевертов, В. П. Материаловедение : учебное пособие / В. П. Перевертов. — Самара : СамГУПС, 2016. — 136 с.	https://e.lanbook.com/book/130341 (дата обращения: 31.01.2024).
5	Лабунский, Л. С. Материаловедение : учебное пособие / Л. С. Лабунский, Е. В. Добрынин. — Самара : СамГУПС, 2013. — 92 с.	https://e.lanbook.com/book/130325 (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)

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:

Экзамен в 4, 5 семестрах.

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
Председатель учебно-методической
комиссии

М.В. Шевлюгин

С.В. Володин