

**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 бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Электротехническое материаловедение**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

Форма обучения: Очно-заочная

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: 01.06.2022

## 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):

**ОПК-5** - Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности.

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 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Сем. №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	40	40
В том числе:		
Занятия лекционного типа	24	24
Занятия семинарского типа	16	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 104 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	<p>Строение вещества. Общая характеристика материалов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация материалов;</li> <li>- основы зонной теории проводимости.</li> </ul>
2	<p>Изоляционные материалы (диэлектрики). Изоляция установок высокого напряжения. Изоляция воздушных линий электропередач и кабелей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поляризация диэлектриков, ее виды;</li> <li>- диэлектрическая проницаемость и ее зависимость от различных факторов;</li> <li>- электропроводность диэлектриков и влияние на нее различных факторов;</li> <li>- особенности и методы испытания электропроводности твердых диэлектриков;</li> <li>- виды профилактических испытаний и испытательные напряжения</li> <li>- испытательные установки промышленной частоты;</li> <li>- измерение при высоких напряжениях;</li> <li>- изоляторы устройств электроснабжения.</li> </ul>
3	<p>Потери энергии в диэлектриках. Защита от перенапряжений устройств электроснабжения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды диэлектрических потерь в изолирующих материалов;</li> <li>- тангенс угла диэлектрических потерь и его зависимость от различных факторов;</li> <li>- измерение тангенса угла диэлектрических потерь;</li> <li>- принцип координации изоляции;</li> <li>- коммутационные перенапряжения;</li> <li>- разрядники, молнеотводы и заземлители.</li> </ul>
4	<p>Пробой диэлектриков. Электрическая прочность газов и влияние на нее различных факторов. Электропроводность жидких и твердых диэлектриков.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды разрядов в газах, их краткая характеристика;</li> <li>- электрофизические процессы в газах;</li> <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> <li>- основное оборудование высоковольтной лаборатории.</li> </ul>
5	<p>Полупроводниковые материалы.</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> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <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>
6	<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 криопродовники, 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>
7	<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>- пермаллои и альсиферы;</li> <li>- магнитомягкие материалы для высоких частот;</li> <li>- магнитодиэлектрики и ферриты;</li> <li>- магнитотвердые сплавы, их характеристики и изделия на их основе;</li> <li>- магнитные материалы специального назначения;</li> <li>- логическая магнитоэлектроника, преобразователи магнитного поля, магнитные датчики.</li> </ul>
8	<p><b>Новые материалы и перспективные технологии в электротехническом материаловедении.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- новое в создании электроизоляционных материалов;</li> <li>- современные технологии полупроводникового производства;</li> <li>- применение композиционных материалов;</li> <li>- технология изготовления изделий из металлических, порошковых и полимерных композиционных материалов.</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p><b>Изоляционные материалы (диэлектрики).</b></p> <p>В результате лабораторных 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><b>Полупроводниковые материалы.</b></p> <p>В результате лабораторных занятий студент получает навыки по работе с полупроводниковыми приборами.</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
3	Проводниковые материалы. В результате лабораторных занятий студент получает знания по измерению удельного сопротивления проводников и навык определения коэффициента теплопроводности проводника.
4	Определение температурной зависимости сопротивлений полупроводниковых и проводниковых материалов с различным химическим составом. На лабораторном занятии студент экспериментально изучает зависимость сопротивления металлов и полупроводников от температуры и определяет их температурные коэффициенты.
5	Исследование фотопроводимости полупроводников. На лабораторном занятии студент экспериментально изучает влияния освещенности на электропроводность различных полупроводниковых материалов.
6	Исследование частотных свойств проводников. На лабораторном занятии студент экспериментально изучает частотные свойства проводниковых материалов.
7	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.
8	Исследование свойств ферромагнитных материалов. На лабораторном занятии студент экспериментально определяет и производит анализ основных магнитных характеристик электротехнической стали, пермаллоя и феррита.
9	Магнитные материалы. В результате лабораторных 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	Электротехническое материаловедение. Электроизоляционные материалы. - 278 с. ISBN 5-89035-210-5 Серебряков А.С. Маршрут , 2005	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
2	Электротехническое материаловедение. Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы. - 370 с. ISBN	Электронный ресурс - ЭБС "Лань"

	978-5-89035-510-2 Серебряков А.С. ГОУ "Учебно-методический", 2008	
3	Электротехнические и конструкционные материалы - 275 с. ISBN 5-294-00041-5 Филиков В.А. Издательский центр «Академия», 2005	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
1	Исследование электропроводности твердых диэлектриков - 36 с. Касаткин Г.С., Федотов В.В. МИИТ, 2007	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
2	Пробой газов 20 с. Касаткин Г.С. МИИТ, 2009	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
3	Исследование электрической прочности жидких и твердых диэлектриков - 36 с. Касаткин Г.С., Ермаков И.А., Мозгина Т.А. МИИТ, 2009	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
4	Контроль изоляции электротехнических устройств - 56 с. Касаткин Г.С., Федотов В.В. МИИТ, 2009	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
5	Исследование свойств полупроводниковых и проводниковых материалов Касаткин Г.С., Мозгина Т.А., Федотов В.В. МИИТ, 2011	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
6	Варисторы, их свойства и применение - 40 с. Касаткин Г.С., Федотов В.В. МИИТ, 2010	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)
7	Исследование свойств магнитных материалов Касаткин Г.С., Федотов В.В. МИИТ, 2009	Учебная библиотека №3 (ауд. 4519)

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).

Меловая (маркерная) доска или проектор

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

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет 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  
Председатель учебно-методической  
комиссии

М.В. Шевлюгин

С.В. Володин