

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
15.03.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электротехническое материаловедение

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Электрооборудование и электропривод
подвижного состава

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: 2017
Подписал: заместитель руководителя Ефимова Ольга
Владимировна
Дата: 12.07.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) являются:

- углубление знаний в области электротехнических материалов, включая их физико-химические свойства, классификацию и области применения на транспорте;

- формирование навыков анализа характеристик материалов и обоснования их выбора для электрооборудования.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- изучение ключевых свойств материалов и требований нормативной базы;

- оценка применимости материалов в типовых узлах электрооборудования;

- формирование умения сравнивать материалы по технико-экономическим показателям и условиям эксплуатации на железнодорожном транспорте.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-1 - Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области проектирования ПСЖД.

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

Знать:

- классификацию электротехнических материалов и их ключевые свойства;

- нормативную базу по выбору и эксплуатации материалов для ж/д электрооборудования;

- принципы старения и деградации материалов в условиях вибрации, перепадов температур, агрессивных сред.

Уметь:

- анализировать причины отказов электрооборудования, связанных с дефектами материалов;

- подбирать материалы для конкретных узлов с учетом эксплуатационных требований;

- рассчитывать основные параметры: теплопроводность систем охлаждения, электрическую прочность изоляции, коррозионную стойкость.

Владеть:

- методами сравнительного анализа материалов по технико-экономическим показателям;
- навыками работы с технической документацией;
- алгоритмами выбора материалов для систем подвижного состава на основе нормативных документов.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 з.е. (72 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 №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
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 24 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	Введение в электротехническое материаловедение Рассматриваемые вопросы: основные понятия и задачи дисциплины; классификация электротехнических материалов (проводники, диэлектрики, полупроводники, магнитные материалы); роль материалов в современной электротехнике.
2	Физические основы свойств материалов Рассматриваемые вопросы: связь структуры материалов с электрофизическими свойствами; кристаллические и аморфные структуры; влияние дефектов кристаллической решётки на проводимость.
3	Проводниковые материалы Рассматриваемые вопросы: классификация проводников (металлы, сплавы, композиты); медь и алюминий в обмотках ТЭД и контактной сети; сверхпроводники: принципы и перспективы.
4	Полупроводниковые материалы Рассматриваемые вопросы: свойства кремния, карбида кремния (SiC), арсенида галлия (GaAs); применение в силовой электронике подвижного состава; широкозонные полупроводники.
5	Диэлектрики: общие свойства Рассматриваемые вопросы: механизмы поляризации и пробоя; классификация диэлектриков (органические, неорганические, газообразные); параметры: диэлектрическая проницаемость, $\tan \delta$, электрическая прочность.
6	Твердые диэлектрики Рассматриваемые вопросы: керамика (Al_2O_3 , Steatite), слюда, стекло; термореактивные пластмассы (эпоксидные смолы); применение в изоляторах ТЭД и высоковольтных разрывах.
7	Жидкие и газообразные диэлектрики Рассматриваемые вопросы: трансформаторное масло и синтетические жидкости (силиконы); элегаз (SF_6) в высоковольтном оборудовании; требования к эксплуатации при вибрациях и перепадах температур.
8	Магнитные материалы Рассматриваемые вопросы: ферромагнетики, ферриты, аморфные сплавы; магнитомягкие и магнитотвердые материалы; применение в сердечниках трансформаторов и дросселях.
9	Композиционные материалы Рассматриваемые вопросы: принципы создания композитов (полимеры + наполнители); стеклотекстолит и углепластики; использование в корпусах электрооборудования.
10	Материалы для контактных систем Рассматриваемые вопросы: требования к контактным парам (износостойкость, электропроводность); медно-кадмиевые сплавы и металлокерамика ($Ag-SnO_2$); решения для токоприёмников.
11	Теплостойкие и изоляционные покрытия Рассматриваемые вопросы: лаки и эмали для обмоток; кремнийорганические материалы; термопластичные изоляционные ленты (PET, PEN).
12	Материалы для высоковольтной изоляции Рассматриваемые вопросы: конструкции изоляторов (опорные, подвесные); фарфор и полимерные материалы (силиконовые резины); старение изоляции и методы диагностики.
13	Материалы для систем охлаждения Рассматриваемые вопросы: теплопроводящие пасты (кремнийорганические, металлосодержащие); керамические подложки (AlN , BeO); теплоотводящие композиты для IGBT-модулей.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
14	Коррозия и защита материалов Рассматриваемые вопросы: электрохимическая коррозия в агрессивных средах; методы защиты (гальванические покрытия, анодирование); ингибиторы коррозии.
15	Методы испытаний электротехнических материалов Рассматриваемые вопросы: стандарты ГОСТ, IEC, ASTM; испытания на электрическую прочность, термостойкость, механическую прочность; ускоренные климатические испытания.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Классификация и идентификация электротехнических материалов В результате выполнения практического задания студенты научатся определять типы материалов (проводники/диэлектрики/полупроводники) по физическим свойствам, анализировать их маркировку (ГОСТ, IEC) и подбирать материалы для конкретных узлов электрооборудования.
2	Исследование проводниковых материалов В результате выполнения практического задания студенты освоят методики измерения удельного сопротивления меди и алюминия, оценят влияние температуры на проводимость и рассчитают потери мощности в обмотках тяговых двигателей.
3	Анализ диэлектрических характеристик В результате выполнения практического задания студенты научатся определять диэлектрическую проницаемость и тангенс угла потерь твердых изоляторов, проведут испытания на пробой эпоксидных компаундов и интерпретируют результаты.
4	Диагностика старения изоляции В результате выполнения практического задания студенты освоят методы ускоренного старения изоляционных материалов (термоциклирование, влагообработка), оценят изменение электрической прочности и сформулируют рекомендации по замене.
5	Экспериментальное изучение магнитных материалов В результате выполнения практического задания студенты построят кривые намагничивания ферритов и электротехнических сталей, рассчитают потери на гистерезис в сердечниках трансформаторов и подберут материалы для дросселей систем управления.
6	Тестирование контактных сплавов В результате выполнения практического задания студенты определяют износостойкость медно-кадмиевых пар при коммутационных нагрузках, измеряют переходное сопротивление и обоснуют выбор материалов для токоприёмников ЭПС.
7	Оценка коррозионной стойкости В результате выполнения практического задания студенты проведут испытания материалов в солевом тумане (ГОСТ 9.401-2018), проанализируют степень коррозии гальванических покрытий и разработают меры защиты для клеммных соединений.
8	Теплофизические расчеты систем охлаждения В результате выполнения практического задания студенты рассчитают теплопроводность композитных подложек для IGBT-модулей, подберут теплопасты для заданных тепловых режимов и спроектируют схему отвода тепла в преобразователях частоты.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Текущая подготовка к практическим занятиям.
2	Подготовка к промежуточной аттестации.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие для вузов / А. Н. Дудкин, В. С. Ким. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 200 с. — ISBN 978-5-507-49676-1.	URL: https://e.lanbook.com/book/399179 (дата обращения: 12.07.2025). - Текст: электронный.
2	Радченко, М. В. Электротехническое материаловедение / М. В. Радченко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 116 с. — ISBN 978-5-507-46955-0.	URL: https://e.lanbook.com/book/324974 (дата обращения: 12.07.2025). - Текст: электронный.
3	Несенюк, Т. А. Электротехническое материаловедение: практикум : учебное пособие / Т. А. Несенюк, Е. П. Никитина. — Екатеринбург : , 2021. — 107 с.	URL: https://e.lanbook.com/book/246827 (дата обращения: 12.07.2025). - Текст: электронный.
4	Кралин, А. А. Электротехническое и конструкционное материаловедение : учебное пособие / А. А. Кралин, С. Н. Охулков, Е. А. Ершова. — Нижний Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2019. — 142 с. — ISBN 978-5-502-01193-8.	URL: https://e.lanbook.com/book/151385 (дата обращения: 12.07.2025). - Текст: электронный.

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

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>);

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

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>);

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант»;

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>);

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).

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

Microsoft Office (Word, Excel).

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 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»

К.С. Субханвердиев

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС

П.А. Григорьев

Заместитель руководителя

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин