

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электротехника и теплоэнергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.О.31 «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

для специальности

23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализациям

«Электроснабжение железных дорог»,

«Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,

«Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Электротехника и теплоэнергетика»
Протокол № 4 от 05 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электротехника и теплоэнергетика»
05 декабря 2024 г.

К.К. Ким

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
05 декабря 2024 г.

Е.В. Казакевич

Руководителя ОПОП ВО
05 декабря 2024 г.

А.Б. Никитин

Руководителя ОПОП ВО
05 декабря 2024 г.

А.В. Агунов

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Электротехническое материаловедение» (Б1.0.31) (далее – Электротехническое материаловедение) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 23.05.05. «Системы обеспечения движения поездов» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27.03.2018 г., приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №218.

Целью изучения дисциплины является овладение обучающимися основных положений в области применения электротехнических материалов, их эксплуатационных характеристик, способов контроля рабочих параметров, знание которых необходимо для успешной профессиональной деятельности.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

– овладение обучающимися основных положений в области применения электротехнических материалов, их эксплуатационных характеристик, способов контроля рабочих параметров, знание которых необходимо для успешной профессиональной деятельности.

– приобретение практических навыков работы с испытательной и измерительной аппаратурой высокого напряжения, необходимой для эксплуатации и конструирования устройств систем обеспечения движения поездов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования</i>	
<i>ОПК 1.1.1</i> Знает методы естественных наук в объеме, необходимом для решения инженерных задач в профессиональной деятельности	<i>Обучающийся знает:</i> <ul style="list-style-type: none">– параметры, свойства и характеристики современных электротехнических материалов;– области применения проводниковых, изоляционных, магнитных материалов в устройствах систем обеспечения движения поездов;– основные виды изоляционных конструкций, применяемых в устройствах автоматики, телемеханики, электроснабжения железных дорог, имеет представление о кабельной и конденсаторной технике, применяемой в данной области.
<i>ОПК 1.3.1</i> Имеет навыки решения инженерных задач в профессиональной деятельности с применением методов естественных наук	<i>Обучающийся владеет:</i> <ul style="list-style-type: none">– навыками чтения, анализа, составления и сборки электрических схем для проведения эксперимента по заданной методике;– навыками экспериментального исследования изоляционных материалов и конструкций по заданной методике с последующей обработкой и оценкой полученных результатов.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» - «Электротехническое материаловедение» (Б1.О.31).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– лабораторные работы (ЛР)	32
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	40
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3

Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	16
В том числе:	
– лекции (Л)	8
– лабораторные работы (ЛР)	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	88
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3, КЛР
Общая трудоемкость: час / з.е.	108/3

Примечание: «Форма контроля» –зачет (З), КЛР – контрольная работа для заочной формы обучения.

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Введение	Лекция 1. Основные направления совершенствования устройств автоматизирующей телемеханики, электроснабжения, связи и средств их защиты от перенапряжений. Классификация электротехнических материалов.	ОПК-1.1.1

2	Проводниковые материалы	<p>Лекция 2. Классификация и основные характеристики проводниковых материалов. Металлы и сплавы металлов высокой проводимости и их применение в устройствах автоматики, телемеханики, связи и электроснабжения. Материалы для контактных устройств. Припой.</p> <p>Лекция 3. Сплавы металлов высокого удельного сопротивления и изделия на их основе (добавочные резисторы, реостаты, нагревательные элементы). Материалы термопар. Непроволочные резисторы. Материалы для щёток электрических машин.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	ОПК-1.1.1
3	Полупроводниковые материалы	<p>Лекция 4. Электропроводность полупроводников и влияние на неё различных факторов. Варисторы, терморезисторы. Применение полупроводниковых материалов в устройствах автоматики, телемеханики, связи и электроснабжения.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	ОПК-1.1.1
4	Магнитные материалы	<p>Лекция 5. Основные характеристики магнитных материалов, их классификация. Ферромагнитные материалы и влияние различных факторов на их свойства.</p> <p>Лекция 6. Магнитомягкие материалы. Электротехнические стали. Пермаллой, ферриты и магнитодиэлектрики.</p> <p>Лекция 7. Магнитотвёрдые сплавы, их характеристики. Применение магнитных материалов в устройствах автоматики, телемеханики, связи и электроснабжения.</p>	ОПК-1.1.1

		<p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	
5	Электроизоляционные материалы	<p>Лекция 8. Основные характеристики электроизоляционных материалов, их классификация. Диэлектрическая проницаемость газообразных, твёрдых, жидких диэлектриков, её зависимость от различных факторов. Применение электроизоляционных материалов в устройствах автоматики, телемеханики, связи и электроснабжения.</p> <p>Лекция 9. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации.</p> <p>Лекция 10. Электропроводность диэлектриков. Виды электропроводности и влияние на неё различных факторов. Измерение электропроводности диэлектриков.</p> <p>Лекция 11. Потери энергии в диэлектриках. Причины потери энергии. Схемы замещения диэлектрика. Тангенс угла диэлектрических потерь и его зависимость от величины и частоты приложенного напряжения и температуры. Измерение диэлектрических потерь.</p> <p>Лекция 12. Пробой диэлектриков. Электрический пробой газов. Виды разрядов в газах. Особенности пробоя газов в резко неоднородных полях. Особенности пробоя газов при импульсах. Вольт-секундная характеристика газового промежутка. Влияние давления, расстояния между электродами, их формы и температуры на пробивное напряжение газовых промежутков.</p> <p>Лекция 13. Пробой жидких диэлектриков. Электрический и тепловой пробой твёрдых диэлектриков. Поверхностный разряд. Разряд по поверхности твёрдого диэлектрика. Зависимость величины пробивного напряжения от расположения электродов. Расположение диэлектрика в равномерном, слабо неравномерном и</p>	<p>ОПК-1.1.1 ОПК-1.3.1</p>

		<p>сильно неравномерном электрических полях.</p> <p>Лабораторная работа №1 Исследование электропроводности диэлектриков.</p> <p>Лабораторная работа №2 Исследование разрядных характеристик воздушных промежутков.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	
6	Испытания изоляции	<p>Лекция 14. Типичные дефекты изоляции. Старение электрической изоляции. Классы изоляции по нагровостойкости. Основные виды профилактических испытаний. Испытания повышенным переменным, постоянным и импульсным напряжениями.</p> <p>Лекция 15. Испытательные и измерительные устройства. Нормы на испытательные напряжения. Профилактические испытания изоляторов устройств питания.</p> <p>Лекция 16. Измерение сопротивления изоляции и определение коэффициента абсорбции. Метод (ёмкость-частота; ёмкость-время), контроль диэлектрических потерь, измерение интенсивности частичных разрядов в изоляции.</p> <p>Лабораторная работа №3 Распределение высокого напряжения по цепи изоляторов</p> <p>Лабораторная работа №4 Исследование физических свойств и электрической прочности трансформаторного масла.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	<p>ОПК-1.1.1 ОПК-1.3.1</p>

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1 модуль (4 курс)			
1	Введение	<p>Лекция 1. Основные направления совершенствования устройств автоматики, телемеханики, электроснабжения, связи и средств их защиты от перенапряжений. Классификация электротехнических материалов.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	ОПК-1.1.1
2	Проводниковые материалы	<p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	ОПК-1.1.1
3	Полупроводниковые материалы	<p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	ОПК-1.1.1
4	Магнитные материалы	<p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	ОПК-1.1.1
5	Электроизоляционные материалы	<p>Лекция 2. Основные характеристики электроизоляционных материалов, их классификация. Характеристики диэлектриков Классы нагревостойкости изоляции. Применение электроизоляционных материалов в устройствах автоматики, телемеханики, связи и электроснабжения.</p>	ОПК-1.1.1 ОПК-1.3.1

		<p>Лекция 3. Пробой диэлектриков. Виды разрядов в газах. Особенности пробоя газов при импульсах.</p> <p>Пробой жидких диэлектриков. Электрический и тепловой пробой твёрдых диэлектриков. Поверхностный разряд.</p> <p>Лабораторная работа №1 Исследование электропроводности диэлектриков.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	
6	Испытания изоляции	<p>Лекция 4. Дефекты изоляции. Испытания изоляционных материалов. Испытательные и измерительные устройства. Нормы на испытательные напряжения. Измерение сопротивления изоляции и определение коэффициента абсорбции.</p> <p>Лабораторная работа №4 Исследование физических свойств и электрической прочности трансформаторного масла.</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля.</p>	ОПК-1.1.1 ОПК-1.3.1

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	2	-	-	-	2
2	Проводниковые материалы	4	-	-	4	8
3	Полупроводниковые материалы	2	-	-	6	8
4	Магнитные материалы	6	-	-	6	12
5	Электроизоляционные материалы	12	-	16	12	40
6	Испытания изоляции	6	-	16	12	34

Итого	32	-	32	40	104
Контроль					4
Всего (общая трудоемкость, час.)					108

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	2	-	-	-	2
2	Проводниковые материалы	-	-	-	8	8
3	Полупроводниковые материалы	-	-	-	8	8
4	Магнитные материалы	-	-	-	12	12
5	Электроизоляционные материалы	4	-	2	34	40
6	Испытания изоляции	2	-	6	26	34
	Итого	8	-	8	88	104
Контроль						4
Всего (общая трудоемкость, час.)						108

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным), маркерной или меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Для проведения лабораторных работ используются лаборатория кафедры «Лаборатория техники высоких напряжений», оснащенная следующими приборами и установками, используемыми в учебном процессе:

- специализированными измерительными средствами (амперметрами, вольтметрами, фазометрами, ваттметрами, генераторами, источниками питания, осциллографами);
- лабораторными стендами с компьютерами.
- измерителями свойств трансформаторного масла

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы: операционная система Windows, MS Office, Антивирус Касперского.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана;

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Электронная библиотека НЕБ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru> – свободный – Загл. с экрана;

- Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. — Загл. с экрана.

- Электронно-библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ibooks.ru/> — Загл. с экрана.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Егоров, В. В. Электроматериаловедение и вопросы электротехнологии: Учеб. пособие / В. В. Егоров. - СПб. : ПГУПС, 1999. - 163 с.

2. Егоров В.В. Электроматериаловедение и техника высоких напряжений: учеб. Пособие / В.В. Егоров, А.А. Смирнов, Л.Н. Павлов.- СПб.: ПГУПС, 2002 -Ч.1: Электротехническое материаловедение. – 2002. - 213 с.

3. Егоров В.В. Электроматериаловедение и техника высоких напряжений: учеб. Пособие / В.В. Егоров, А.А. Смирнов, Л.Н. Павлов.- СПб.: ПГУПС, 2001 – Ч.2 : Техника высоких напряжений : Учеб. пособие / В.В. Егоров, А.А. Смирнов. – СПб. : ПГУПС, 2001. – 195 с.

4. Тимофеев И.А. Электротехнические материалы и изделия : учебное пособие для студентов вузов. / И.А. Тимофеев. –СПб. М.: Краснодар: Лань, 2012. – 267 с.

5. Халилов Ф.Х., Егоров В.В., Смирнов А.А. Техника высоких напряжений и электротехнические материалы в устройствах железнодорожного транспорта. – СПб., «ИПК “Бионт”», 2007 г.. -539 с.

6. Харченко А.Ф., Техника высоких напряжений. Изоляция устройств электроснабжения железных дорог: учебное пособие М: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. – 189 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронно- образовательная среда [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым требуется авторизация).

2. Электронная библиотечная система ЛАНЬ [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

3. Электронная библиотечная система ibooks.ru [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ibooks.ru/>

4. Электронная библиотека ЮРАЙТ [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://bibli-online.ru/>
5. Электронная библиотека «Единое окно к образовательным ресурсам» [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru>

Разработчик рабочей программы, *доцент*
«05» 12 2024 г.

Е.Л. Рыжова