

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.32 «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»*

для специальности

*23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»*

по специализациям

*«Электроснабжение железных дорог»,*

*«Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»,*

*«Радиотехнические системы на железнодорожном транспорте»,*

*«Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта»*

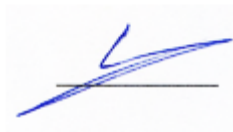
Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
«Электротехника и теплоэнергетика»  
Протокол № 5 от 22 февраля 2022 г.

Заведующий кафедрой  
«Электротехника и теплоэнергетика»  
22 февраля 2022 г.



*К.К. Ким*



СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_

*А.Б. Никитин*

И. о. Руководителя ОПОП ВО  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_

*А.В. Агунов*

И. о. Руководителя ОПОП ВО  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_

*Е.В. Казакевич*

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «*Электротехническое материаловедение*» (Б1.0.32) (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.

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>ОПК-1.</b> <i>Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования</i>	
<i>ОПК-1.1.1</i> <i>Знает основные понятия и законы естественных наук, методы математического анализа и моделирования</i>	<i>Обучающийся знает:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>– <i>параметры, свойства и характеристики современных электротехнических материалов;</i></li><li>– <i>области применения проводниковых, изоляционных, магнитных материалов в устройствах систем обеспечения движения поездов;</i></li><li>– <i>основные виды изоляционных конструкций, применяемых в устройствах автоматики, телемеханики, электроснабжения железных дорог, имеет представление о кабельной и конденсаторной технике, применяемой в данной области.</i></li></ul>
<i>ОПК-1.1.2</i> <i>Знает основные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений</i>	<i>Обучающийся знает:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>– <i>методы испытаний изоляционных материалов и конструкций;</i></li><li>– <i>типы дефектов изоляционных материалов и методы их обнаружения.</i></li></ul>
<i>ОПК-1.3</i> <i>Имеет навыки проведения экспериментов</i>	<i>Обучающийся владеет:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>– <i>навыками чтения, анализа, составления и сборки</i></li></ul>

<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<i>по заданной методике и анализа их результатов</i>	<i>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.</i>

### 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.33).

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
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:

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
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: КЛР – контрольная работа для заочной формы обучения.*

### 5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения:

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Содержание раздела</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
1	Введение	<b>Лекция 1.</b> Основные направления совершенствования устройств	ОПК-1.1.1

		автоматики, телемеханики, электроснабжения, связи и средств их защиты от перенапряжений. Классификация электротехнических материалов.	
2	Проводниковые материалы	<p><b>Лекция 2.</b> 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><b>Лекция 3.</b> 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><b>Самостоятельная работа.</b> 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><b>Лекция 4.</b> Электропроводность полупроводников и влияние на неё различных факторов. Варисторы, терморезисторы. Применение полупроводниковых материалов в устройствах автоматики, телемеханики, связи и электроснабжения.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> 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><b>Лекция 5.</b> Основные характеристики магнитных материалов, их классификация. Ферромагнитные материалы и влияние различных факторов на их свойства.</p> <p><b>Лекция 6.</b> Магнитомягкие материалы. Электротехнические стали. Пермаллой, ферриты и магнито-диэлектрики.</p> <p><b>Лекция 7.</b> Магнитотвёрдые сплавы, их</p>	ОПК-1.1.1

		<p>характеристики. Применение магнитных материалов в устройствах автоматики, телемеханики, связи и электроснабжения.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> 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><b>Лекция 8.</b> Основные характеристики электроизоляционных материалов, их классификация. Характеристики диэлектриков. Классы нагревостойкости изоляции. Применение электроизоляционных материалов в устройствах автоматики, телемеханики, связи и электроснабжения.</p> <p><b>Лекция 9.</b> Поляризация диэлектриков. Виды поляризации. Диэлектрическая проницаемость газообразных, твёрдых, жидких диэлектриков, её зависимость от различных факторов.</p> <p><b>Лекция 10.</b> Электропроводность диэлектриков. Виды электропроводности и влияние на неё различных факторов. Измерение электропроводности диэлектриков.</p> <p><b>Лекция 11.</b> Потери энергии в диэлектриках. Причины потери энергии. Схема замещения диэлектрика. Тангенс угла диэлектрических потерь и его зависимость от величины и частоты приложенного напряжения и температуры. Измерение диэлектрических потерь.</p> <p><b>Лекция 12.</b> 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><b>Лекция 13.</b> Пробой жидких диэлектриков. Электрический и тепловой пробой твёрдых диэлектриков.</p>	<p>ОПК-1.1.1 ОПК-1.1.2 ОПК-1.3.1</p>

		<p>Поверхностный разряд.</p> <p><b>Лабораторная работа №1</b> Исследование электропроводности диэлектриков.</p> <p><b>Лабораторная работа №2</b> Исследование разрядных характеристик воздушных промежутков.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> 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><b>Лекция 14.</b> Типичные дефекты изоляции. Основные виды профилактических испытаний. Испытания повышенным переменным, постоянным и импульсным напряжениями.</p> <p><b>Лекция 15.</b> Испытательные и измерительные устройства. Нормы на испытательные напряжения. Профилактические испытания изоляторов устройств питания.</p> <p><b>Лекция 16.</b> Измерение сопротивления изоляции и определение коэффициента абсорбции. Метод (ёмкость-частота; ёмкость-время), контроль диэлектрических потерь, измерение интенсивности частичных разрядов в изоляции.</p> <p><b>Лабораторная работа №3</b> Распределение высокого напряжения по цепи изоляторов</p> <p><b>Лабораторная работа №4</b> Исследование физических свойств и электрической прочности трансформаторного масла.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> 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-1.1.2 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><b>Лекция 1.</b> Основные направления совершенствования устройств автоматики, телемеханики, электроснабжения, связи и средств их защиты от перенапряжений. Классификация электротехнических материалов.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> 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><b>Самостоятельная работа.</b> 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><b>Самостоятельная работа.</b> 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><b>Самостоятельная работа.</b> 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><b>Лекция 2.</b> Основные характеристики электроизоляционных материалов, их классификация. Характеристики диэлектриков Классы нагревостойкости изоляции. Применение электроизоляционных материалов в устройствах автоматики, телемеханики, связи и электроснабжения.</p> <p><b>Лекция 3.</b> Пробой диэлектриков. Виды разрядов в газах. Особенности пробоя газов при импульсах.</p>	ОПК-1.1.1 ОПК-1.1.2 ОПК-1.3.1



		<p>Пробой жидких диэлектриков. Электрический и тепловой пробой твёрдых диэлектриков. Поверхностный разряд.</p> <p><b>Лабораторная работа №1</b> Исследование электропроводности диэлектриков.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> 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>	
<b>6</b>	Испытания изоляции	<p><b>Лекция 4.</b> Дефекты изоляции. Испытания изоляционных материалов. Испытательные и измерительные устройства. Нормы на испытательные напряжения. Измерение сопротивления изоляции и определение коэффициента абсорбции.</p> <p><b>Лабораторная работа №4</b> Исследование физических свойств и электрической прочности трансформаторного масла.</p> <p><b>Самостоятельная работа.</b> 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-1.1.2 ОПК-1.3.1</p>

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
	<b>Итого</b>	32	-	32	40	104
<b>Контроль</b>						4
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						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
	<b>Итого</b>	8	-	8	88	104
<b>Контроль</b>						4
<b>Всего (общая трудоемкость, час.)</b>						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 типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные средства 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 техника 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:

При изучении дисциплины профессиональные базы данных не используются.

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

При изучении дисциплины информационные справочные системы не используются.


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*  
«22» 02 2022 г.

 \_\_\_\_\_ *Е.Л. Рыжова*