

Рабочая программа учебной дисциплины

Электротехническое и конструкционное материаловедение

(Наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)

«Электроснабжение»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	6
Общее количество часов	216
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	64
– Лекционные (Л)	32
– Консультации	
– Практические (ПЗ)	32
– Лабораторные (ЛЗ)/	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СР)	98
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	+
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+54

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся.....	8
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	10
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)	14
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	17
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	18

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Электротехническое и конструкционное материаловедение» входит в «Обязательную» часть дисциплин подготовки обучающихся по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**.

Результатом освоения дисциплины является формирование **компетенции** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО)):

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

Дескрипторы универсальной компетенции:

ОПК-5.1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности

ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
– Профессиональный стандарт Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 329н от 25.04.2023	ОПК-5.1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	Знает: ИД 1 ОПК-5.1 Область применения, свойства, характеристика и методы исследования конструкционных материалов, принципы подбора конструкционных материалов в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ОПК-5.2 Область применения, свойства, характеристика и методы исследования электротехнических материалов, принципы подбора электротехнических материалов в соответствии с требуемыми характеристиками (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ОПК-5.1 Применять методы исследования конструкционных материалов, принципы подбора конструкционных материалов в соответствии с требуемыми

		характеристиками для использования в области профессиональной деятельности (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ОПК-5.2 Применять методы исследования электротехнических материалов, принципы подбора электротехнических материалов в соответствии с требуемыми характеристиками при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ОПК-5.1 Применения методов исследования конструкционных материалов, принципов подбора конструкционных материалов в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ОПК-5.2 Использования методов исследования электротехнических материалов, принципов подбора электротехнических материалов в соответствии с требуемыми характеристиками при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	--

1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)
«Электрообеспечение»

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Электроэнергетические системы и сети	Эксплуатация систем электроснабжения
2.	Теоретические основы электротехники	Эксплуатация передвижных электроустановок
3.	Электрические и электронные аппараты	

Последовательность формирования компетенций в указанных дисциплинах может быть изменена в зависимости от формы и срока обучения, а также преподавания с использованием дистанционных технологий обучения.

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»»;
- Учебного плана направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение» 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
		Всего	Аудиторные занятия		СР	
			Л (Консультации)	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в материаловедение. Значение дисциплины в подготовке инженера-электрика.	22	4	4	14	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
2	Строение и свойства электротехнических металлов. Кристаллическое строение металлов.	22	4	4	14	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
3	Проводниковые материалы и сплавы.	22	4	4	14	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
4	Полупроводниковые материалы.	24	6	4	14	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
5	Диэлектрические материалы.	24	4	6	14	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
6	Магнитные материалы.	24	6	4	14	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
7	Основы конструкционного материаловедения.	24	4	6	14	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2

Вид промежуточной аттестации (Экзамен)	54				
Итого	216	32	32	98	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в материаловедение. Значение дисциплины в подготовке инженера-электрика. Содержание темы раскрывает фундаментальную роль материаловедения как науки, устанавливающей связь между составом, строением и свойствами материалов. Особое внимание уделяется значению этой дисциплины для инженера-электрика, поскольку выбор материала определяет надежность, эффективность и безопасность любого электротехнического устройства — от миниатюрного полупроводникового диода до мощного силового трансформатора. Рассматривается классификация материалов, применяемых в энергетике и электротехнике, с разделением их на проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические и магнитные, а также конструкционные. Подчеркивается, что понимание физико-химической природы материалов позволяет инженеру обоснованно подходить к их выбору, прогнозировать поведение в условиях эксплуатации и обеспечивать долговечность оборудования.

Тема 2. Строение и свойства электротехнических металлов. Кристаллическое строение металлов. В рамках данной темы изучается внутреннее строение металлов, которое является ключом к пониманию их физических свойств. Подробно рассматривается кристаллическая решетка как основа структуры металлов, типы кристаллических систем и понятие полиморфизма. Анализируются дефекты кристаллического строения (точечные, линейные, поверхностные), их влияние на прочность, пластичность и электропроводность. Основное внимание уделяется физическим свойствам, критически важным для электротехники: удельной электрической проводимости и теплопроводности. Рассматривается влияние температуры и примесей на эти свойства, а также вводится понятие удельного сопротивления как основной характеристики проводникового материала.

Тема 3. Проводниковые материалы и сплавы. Тема посвящена детальному изучению материалов, предназначенных для проведения электрического тока. Проводится анализ материалов высокой проводимости, таких как медь и алюминий, с точки зрения их применения в обмотках машин, шинах и кабелях. Отдельно рассматриваются сплавы высокого сопротивления (манганин, константан), обладающие стабильными электрическими характеристиками и применяемые для изготовления резисторов и измерительных приборов. Изучаются жаростойкие сплавы (нихром, фехраль) для нагревательных элементов. Также анализируются контактные материалы, работающие в условиях разрывов цепи, и требования к ним по стойкости к эрозии и свариванию.

Тема 4. Полупроводниковые материалы. Содержание темы охватывает материалы, электропроводность которых занимает промежуточное положение между проводниками и диэлектриками и может целенаправленно изменяться. Рассматриваются механизмы собственной и примесной проводимости, процессы генерации и рекомбинации носителей заряда. Изучаются основные полупроводниковые материалы — кремний (Si) и германий (Ge), а также сложные соединения типа арсенида галлия (GaAs). Анализируется влияние легирования на создание *n*-типа и *p*-типа проводимости, что является физической основой для работы диодов, транзисторов и других полупроводниковых приборов.

Тема 5. Диэлектрические материалы. В этой теме изучаются материалы, предназначенные для электрической изоляции и работы в электрическом поле. Рассматриваются процессы поляризации в диэлектриках (электронная, ионная, дипольно-релаксационная) и их влияние на свойства материала. Вводятся понятия диэлектрической проницаемости, угла диэлектрических потерь и электрической прочности. Подробно классифицируются диэлектрики на газообразные, жидкие и твердые (органические: полимеры; неорганические: керамика, стекло), анализируются их состав, свойства и области применения в качестве изоляторов в кабелях, конденсаторах и высоковольтной аппаратуре.

Тема 6. Магнитные материалы. Тема посвящена материалам, способным концентрировать магнитное поле. Рассматривается явление ферромагнетизма и его физическая природа. Изучается процесс намагничивания, включая основную кривую намагничивания и петлю гистерезиса. На

основе этих характеристик проводится классификация магнитных материалов на магнитомягкие (с узкой петлей гистерезиса) и магнитотвердые (с широкой петлей). Анализируются электротехнические стали (трансформаторная, динамная), ферриты и магнитотвердые сплавы (альнико, неодим-железо-бор), а также области их применения в трансформаторах, электродвигателях и постоянных магнитах.

Тема 7. Основы конструкционного материаловедения. Данная тема служит переходом к изучению материалов для несущих конструкций. Рассматриваются основы теории сплавов: фазовый состав, диаграммы состояния (в частности, диаграмма «железо-углерод»), а также процессы кристаллизации сплавов. Подробно изучаются механизмы формирования их структуры и свойств при затвердевании.

3.2. Содержание практического блока дисциплины Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Введение в материаловедение. Значение дисциплины в подготовке инженера-электрика.
ПЗ 2	Строение и свойства электротехнических металлов. Кристаллическое строение металлов.
ПЗ 3	Проводниковые материалы и сплавы.
ПЗ 4	Полупроводниковые материалы.
ПЗ 5	Диэлектрические материалы.
ПЗ 6	Магнитные материалы.
ПЗ 7	Основы конструкционного материаловедения.

3.3. Образовательные технологии Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Введение в материаловедение. Значение дисциплины в подготовке инженера-электрика.	Л	Метод проблемной лекции	100
2	Строение и свойства электротехнических металлов. Кристаллическое строение металлов.	ПЗ	Метод «мозгового штурма»	25
3	Проводниковые материалы и сплавы.	Л	Метод проблемной лекции	100
4	Полупроводниковые материалы.	ПЗ	Метод «мозгового штурма»	25
5	Диэлектрические материалы.	Л	Метод проблемной лекции	100
6	Магнитные материалы.	ПЗ	Метод «мозгового штурма»	25
7	Основы конструкционного материаловедения.	Л	Метод проблемной лекции	100
Итого %				39%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Введение в материаловедение. Значение дисциплины в подготовке инженера-электрика.	1,2	1-12
2	Строение и свойства электротехнических металлов. Кристаллическое строение металлов.	3-12	1-12
3	Проводниковые материалы и сплавы.	13-15	1-12
4	Полупроводниковые материалы.	16-20	1-12
5	Диэлектрические материалы.	21-25	1-12
6	Магнитные материалы.	26-33	1-13
7	Основы конструкционного материаловедения.	34-37	2,1,-3-12

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Каково значение дисциплины «Материаловедение» в подготовке инженера-электрика? Приведите примеры, как выбор материала влияет на работу электротехнического устройства.

2. Дайте определение основным понятиям: материал, структура, свойство. Какова связь между химическим составом, структурой и свойствами материала?

3. Проведите классификацию материалов, применяемых в электротехнике и энергетике. В чем принципиальное различие между электротехническими и конструкционными материалами?

4. Что такое кристаллическая решетка? Назовите основные типы кристаллических систем (сингоний).

5. Какие дефекты кристаллического строения вы знаете? Как точечные, линейные и поверхностные дефекты влияют на механические и электрические свойства металлов?

6. Какова природа высокой электропроводности металлов с точки зрения зонной теории? Что такое «электронный газ»?

7. Как влияют температура и примеси на удельную электрическую проводимость металлов? Объясните физический смысл закона Видемана-Франца.

8. Сравните медь и алюминий как основные проводниковые материалы. Каковы их преимущества, недостатки и области применения в электроэнергетике?

9. Для каких целей применяются сплавы высокого сопротивления (манганин, константан, нихром)? Опишите их состав и ключевые свойства.

10. Каковы основные требования, предъявляемые к контактным материалам? Приведите примеры таких материалов.

11. Что такое сверхпроводимость? Каковы перспективы использования сверхпроводников в технике?

12. Объясните разницу между собственной и примесной проводимостью в полупроводниках. Что такое донорные и акцепторные примеси?

13. Как образуются электронно-дырочные переходы (*p-n-переход*)? Опишите его свойства в прямом и обратном включении.

14. Сравните монокристаллический кремний и поликристаллический кремний. В чем их различия и где они применяются?

15. Каковы преимущества полупроводниковых материалов на основе соединений $A^{\text{III}}B^{\text{V}}$ (например, арсенида галлия) по сравнению с кремнием?

16. Что такое поляризация диэлектрика? Опишите основные виды поляризации (электронная, ионная, дипольно-релаксационная) и их особенности.

17. Дайте определение диэлектрической проницаемости, тангенсу угла диэлектрических потерь и электрической прочности. Как эти параметры влияют на выбор диэлектрика для конденсатора и изолятора?
18. В чем заключается физический смысл явления диэлектрического гистерезиса? Для каких материалов оно характерно?
19. Проведите сравнительный анализ жидких диэлектриков (трансформаторное масло, синтетические жидкости). Каковы их функции в высоковольтной аппаратуре?
20. Каковы преимущества и недостатки органических (полимерных) и неорганических (керамика, стекло) твердых диэлектриков?
21. Что такое доменная структура ферромагнетика? Как процесс намагничивания связан с перемещением доменных стенок?
22. Объясните физический смысл основной кривой намагничивания и петли гистерезиса.
23. Проведите сравнительный анализ магнитомягких и магнитотвердых материалов. Приведите примеры применения каждого типа.
24. Почему электротехническая сталь изготавливается в виде тонких листов с изоляционным покрытием? Что такое текстурованная сталь?
25. Каковы преимущества ферритов по сравнению с металлическими магнитными материалами на высоких частотах?
26. Опишите состав, свойства и области применения современных магнитотвердых материалов (на основе редкоземельных элементов).
27. Что такое фаза, компонент и система в металловедении? Как строятся и читаются диаграммы состояния сплавов?
28. Проанализируйте диаграмму состояния «железо-углерод». Укажите фазы и структурные составляющие во всех областях диаграммы.
29. Что такое эвтектическое и эвтектоидное превращения? Какую структуру имеют доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные стали?
30. Опишите механизм фазовых превращений при нагреве и охлаждении стали согласно диаграмме «железо-цементит».
31. Как классифицируются углеродистые стали по качеству и назначению (конструкционные, инструментальные)?
32. Как легирующие элементы (хром, никель, молибден) влияют на свойства стали? Что такое прокаливаемость?
33. Опишите теорию термической обработки стали: отжиг, нормализация, закалка, отпуск. Как эти операции влияют на структуру и свойства (твердость, прочность, пластичность)?
34. Что такое улучшение стали? Какой комплекс механических свойств достигается при такой обработке?
35. Сравните чугуны (серый, ковкий, высокопрочный) со сталью по составу, структуре, свойствам и применению.
36. Дайте характеристику цветным сплавам: алюминиевым (дюралюминии, силумины), медным (латуни, бронзы) и титановым сплавам.
37. Какие неметаллические конструкционные материалы (пластмассы, композиты) находят применение в современной технике? В чем их преимущества перед металлами?

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе учебно-методического комплекса по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств

Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	
1	2	3	4	5	6
1	Электрические цепи постоянного тока	МПЛ, ПРВ	МШ, УО	ПРВ	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
2	Электрические цепи однофазного синусоидального тока	МПЛ, ПРВ	МШ, УО	ПРВ	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
3	Резонансные явления в электрических цепях	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
4	Трёхфазные электрические цепи	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
5	Нелинейные электрические и магнитные цепи	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
6	Переходные процессы в линейных электрических цепях	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2
7	Теория электромагнитного поля	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-5.1 ИД 2 ОПК-5.2 ИД 3 ОПК-5.1 ИД 4 ОПК-5.2 ИД 5 ОПК-5.1 ИД 6 ОПК-5.2

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – Устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

МШ – Метод мозгового штурма.

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МПЛ – метод проблемной лекции.

И –инфорграфика (Важные данные пакует в упрощенную графическую оболочку, которую интересно рассматривать и легко запоминать)

КМ –кейс-метод (Метод анализа кейсов, казусов)

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Определение марки меди и ее состояния по удельному сопротивлению.

Задание: По измеренному значению удельного сопротивления образца меди определить, является ли он технически чистым металлом, бескислородной медью (М00б) или находится в нагартованном (деформированном) или отожженном (мягком) состоянии. Объяснить влияние дефектов решетки на проводимость.

Сравнительный анализ алюминиевых проводников.

Задание: Сравнить свойства проводников из алюминия марок А7Е (электротехнический) и АД31 (сплав системы Al-Mg-Si). Обосновать, почему для линий электропередач и для изготовления корпусов электрооборудования используются разные марки алюминия.

Расчет параметров нагревательного элемента.

Задание: Рассчитать длину нихромовой проволоки (сплав Х20Н80) для изготовления нагревательного элемента мощностью 1 кВт, работающего от сети 220 В. Определить диаметр проволоки, исходя из допустимой рабочей температуры и плотности тока.

Анализ влияния легирования на свойства стали.

Задание: Объяснить, как введение хрома (Cr) и никеля (Ni) влияет на критические точки, прокаливаемость и коррозионную стойкость конструкционной стали. Сравнить свойства стали 20 и стали 20Х13.

Выбор материала для скользящего контакта.

Задание: Выбрать материал для изготовления щеток коллекторного электродвигателя мощностью 5 кВт. Обосновать выбор, сравнив композиционные материалы на основе графита (электрографитовые щетки) и медно-графитовые композиции.

Определение марки стали по микроструктуре.

Задание: По фотографии или реальной микрошлифе определить примерное содержание углерода и состояние стали (отожженная, нормализованная, закаленная). Идентифицировать структурные составляющие: феррит, перлит, цементит.

Выбор диэлектрика для высоковольтного кабеля.

Задание: Выбрать тип диэлектрика (сшитый полиэтилен, бумажно-масляная изоляция, ПВХ-пластикат) для кабеля на напряжение 110 кВ. Обосновать выбор, сравнив их электрическую прочность, диэлектрические потери и механическую прочность.

Анализ термической обработки детали.

Задание: Предложить оптимальный режим термообработки (закалка + отпуск) для изготовления зубчатого колеса из стали 40Х, обеспечивающий высокую твердость поверхности (HRC ~58) и вязкую сердцевину. Описать структуру после каждой операции.

Выбор материала для сердечника трансформатора.

Задание: Объяснить, почему для сердечников силовых трансформаторов, работающих на частоте 50 Гц, используется текстурованная (холоднокатаная) электротехническая сталь, а не обычная горячекатаная сталь.

Расчет емкости конденсатора с заданным диэлектриком.

Задание: Рассчитать площадь обкладок плоского конденсатора емкостью 1 мкФ с диэлектриком из керамики марки Т-150 (относительная диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 150$) при толщине диэлектрика 0.5 мм.

Влияние частоты тока на выбор магнитного материала.

Задание: Объяснить, почему для работы на высоких частотах (сотни кГц) в импульсных блоках питания используются ферриты, а не электротехнические стали.

Выбор припоя для электромонтажных работ.

Задание: Выбрать марку припоя для пайки токопроводящих жил медного кабеля сечением 10 мм². Обосновать выбор между оловянно-свинцовым припоем (ПОС-61) и бессвинцовым припоем на основе олова и серебра.

Анализ разрушения детали из пластмассы.

Задание: Описать возможные причины хрупкого разрушения корпуса электроприбора, изготовленного из полистирола общего назначения (GPPS), при эксплуатации в условиях низких температур.

Сравнение свойств меди и алюминия как проводников.

Задание: Рассчитать отношение массы алюминиевого и медного проводов одинаковой длины и сопротивления. Оценить экономическую целесообразность замены меди на алюминий в воздушных линиях электропередач.

Выбор материала для постоянного магнита.

Задание: Выбрать материал для изготовления мощного постоянного магнита для генератора ветроустановки. Сравнить характеристики литого сплава ЮНД4 (Альнико) и современного сплава на основе неодима, железа и бора (Nd-Fe-B).

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Тематика рефератов, докладов, эссе:

1. Поляризация диэлектриков.
2. Электропроводность диэлектриков.
3. Диэлектрические потери.
4. Пробой диэлектриков.

5. Диэлектрические материалы.
6. Полупроводниковые материалы.
7. Магнитные материалы.
8. Проводники и сверхпроводники.
9. Нормативное регулирование в России и за рубежом в области магнитных материалов.
10. Современные инновационные диэлектрические материалы.
11. Сверхпроводники в большой энергетике.
12. Применение сверхпроводниковых подстанций в мегаполисах мира

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для устных ответов (для зачета)

1. Типы кристаллических решеток и их основные характеристики.
2. Полиморфизм.
3. Энергетические условия процесса кристаллизации.
4. Взаимосвязь между параметрами кристаллизации.
5. Кристаллическое строение слитков.
6. Типы точечных дефектов и их влияние на свойства сплавов
7. Упрочнение при холодной пластической деформации
8. Влияние дислокаций на прочность металлов.
9. Твердые растворы внедрения и замещения. Промежуточные фазы.
10. Диаграммы растяжения для пластичных и хрупких металлов.
11. Испытания на твердость.
12. Порог хладноломкости.
13. Диаграммы состояния I-IV типов.
14. Связь между диаграммами состояния и свойствами сплавов – диаграммы Курнакова.
15. Аллотропические модификации железа.
16. Структурные превращения в доэвтектоидных сталях.
17. Состав и маркировка углеродистых сталей.
18. Виды чугунов, их состав, строение и маркировка.
19. Легированные стали.
20. Влияние легирующих элементов на диаграмму изотермического распада аустенита.
21. Диффузионное и бездиффузионное превращения аустенита.
22. Возврат и рекристаллизация.
23. Отжиг второго рода.
24. Превращения в структуре стали при отпуске.

Список вопросов для устных ответов (для экзамена)

1. Эквивалентная схема диэлектрика.
2. Диэлектрическая проницаемость композиционных диэлектриков.
3. Термокомпенсированные диэлектрические структуры, их расчет и применение.
4. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.
5. Диэлектрические потери в газах, жидких и твердых диэлектриках
6. Общая характеристика явления пробоя Виды пробоя.
7. Тепловой и электрохимический пробой твердых диэлектриков.
8. Технология изготовления электротехнической керамики. Керамические материалы с низкой и высокой диэлектрической проницаемостью.
9. Линейные и пространственные полимеры.
10. Лаки, эмали, компаунды.
11. Зависимость удельной электропроводности, подвижности и концентрацииносителей заряда от температуры.
12. Магнитные характеристики.
13. Природа ферромагнетизма.
14. Магнитный гистерезис.
15. Магнитная проницаемость и магнитные потери.

16. Кремнистые электротехнические стали.
17. Альсиферы.
18. Магнитомягкие ферриты.
19. Магнитотвердые стали и сплавы.
20. Пластически деформируемые сплавы.
21. Теплопроводность и термоэлектродвижущая сила проводников
22. Алюминий и его сплавы.
23. Жаростойкие сплавы. Сплавы для термопар.
24. Электрические характеристики сплавов.
25. Металлы со средней температурой плавления.
26. Сверхпроводники и криопроводники.
27. Анизотропия.
28. Механизм и основные этапы кристаллизации
29. Теоретическая температура кристаллизации.
30. Зависимость критического размера зародыша от степени переохлаждения.
31. Дефекты кристаллической решетки.
32. Линейные дефекты – дислокации. Типы дислокаций.
33. Поверхностные (границы зерен) и объемные дефекты.
34. Строение сплавов.
35. Испытания на растяжение.
36. Определение характеристик прочности и пластичности.

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

1) Закрытого типа с одним верным вариантом ответа (5 вопросов)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Какая из перечисленных марок меди обладает наибольшей электропроводностью и используется для изготовления токопроводящих жил ответственных кабелей? а) М1; б) М00б (бескислородная); в) М3; г) Л96 (латунь).

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.2 Какое явление является основной причиной потерь энергии на гистерезис в магнитомягких материалах при их перемагничивании? а) Трение доменных стенок о кристаллическую решетку; б) Вихревые токи (токи Фуко); в) Тепловое движение атомов; г) Электронная поляризация.

Правильный ответ: а)

Вопрос 1.3 Какой основной легирующий элемент добавляется в сталь для повышения её коррозионной стойкости и перевода в класс нержавеющей сталей? а) Хром (Cr); б) Углерод (C); в) Кремний (Si); г) Марганец (Mn).

Правильный ответ: а)

Вопрос 1.4 Для какого типа диэлектриков характерно явление спонтанной поляризации и наличие доменной структуры, что приводит к нелинейной зависимости поляризации от напряженности поля? а) Линейные диэлектрики; б) Активные диэлектрики (сегнетоэлектрики); в) Электреты; г) Газообразные диэлектрики.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.5 Как называется процесс нагрева стали выше критической точки с последующим ускоренным охлаждением для получения неравновесной структуры (например, мартенсита)? а) Отжиг; б) Нормализация; в) Закалка; г) Отпуск.

Правильный ответ: в)

2) Закрытого типа с двумя верными вариантами ответа (5 вопросов)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных преимущества алюминия перед медью, которые обуславливают его широкое применение в воздушных линиях электропередач (ЛЭП). а) Более высокая электропроводность; б) Меньшая плотность (малый вес); в) Низкая стоимость; г) Более высокая температура плавления.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.2 Укажите два основных требования, предъявляемых к контактным материалам, работающим в условиях разрывов больших токов. а) Высокая твердость; б) Высокая стойкость к свариванию (дребезгу); в) Низкое удельное сопротивление; г) Хрупкость.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.3 Выберите два основных параметра, которые характеризуют потери в диэлектрике, работающем под переменным напряжением. а) Тангенс угла диэлектрических потерь ($\tan \delta$); б) Электрическая прочность; в) Диэлектрическая проницаемость (ϵ); г) Удельное объемное сопротивление.

Правильный ответ: а), в)

Вопрос 2.4 Какие два типа дефектов кристаллической решетки являются основными, определяющими прочность и пластичность металлов? а) Поверхностные; б) Линейные (дислокации); в) Точечные (вакансии, междоузельные атомы); г) Объемные.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.5 Выберите два основных преимущества ферритов по сравнению с электротехническими сталями при работе на высоких частотах. а) Высокая магнитная проницаемость; б) Высокое удельное электрическое сопротивление; в) Низкая коэрцитивная сила; г) Низкие потери на вихревые токи.

Правильный ответ: б), г)

3) На установление соответствия (4 вопроса)

Установите соответствие между термином и его определением.

А) Ферриты	1) Материалы, способные сохранять состояние намагниченности после снятия внешнего поля и создающие собственное магнитное поле.
Б) Магнитомягкие материалы	2) Сложные оксиды железа и других металлов, обладающие ферромагнитными свойствами и высоким удельным сопротивлением.
В) Магнитотвердые материалы	3) Материалы с малой коэрцитивной силой и высокой магнитной проницаемостью, легко намагничивающиеся и размагничивающиеся.
Г) Электротехническая сталь	4) Сплав железа с кремнием, обладающий улучшенными магнитными свойствами (низкие потери на гистерезис).

Правильный ответ: А – 2, Б – 3, В – 1, Г – 4

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность этапов термической обработки стали для получения структуры "улучшение" (максимальная вязкость и прочность). 1\$ Закалка (нагрев выше A_{c3} и резкое охлаждение). 2\$ Высокий отпуск (нагрев до 500-650 °С). 3\$ Выдержка при температуре закалки для полного прогрева детали.

Правильный ответ: 1-3-2

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Хазиева, Р. Т. Электротехническое и конструктивное материаловедение: учебное пособие / Р. Т. Хазиева. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. — 124 с. — ISBN 978-5-9729-1295-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133201.html>

2. Угольников, А. В. Электротехническое и конструктивное материаловедение :учебник / А. В. Угольников. — 2-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2026. — 188 с.— ISBN 978-5-4497-0022-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/154234.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Титов С.В. Материаловедение : учебник / Титов С.В.. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2026. — 156 с. — ISBN 978-5-4497-5453-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/160536.html>

7.2. Дополнительная литература

4. Угольников, А. В. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. В. Угольников. — 2-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2026. — 85 с. — ISBN 978-5- 4497-0021-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/154235.html>

5. Калиничева, О. А. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / О. А. Калиничева, С. В. Бутаков, Н. Б. Баланцева. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 104 с. — ISBN 978-5-9729-2246-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/154163.html>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Оборудование:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Электротехническое и конструкционное материаловедение**» включает в себя следующие виды работ: проработка материалов лекционных занятий, подготовка к семинарским занятиям, самостоятельное изучение дисциплины (тех ее разделов, которые не были затронуты на лекциях и семинарах). Контроль знаний обучающихся осуществляется в форме: проверки конспектов лекций, устного опроса на лекционных и семинарских занятиях, тематического тестирования.

Цель семинарского занятия – развитие самостоятельности мышления и творческой активности обучающихся.

Задачи семинарского занятия:

- закрепление, углубление и расширение знаний обучающихся по соответствующей учебной дисциплине;
- формирование умения постановки и решения интеллектуальных задач и проблем;
- совершенствование способностей по аргументации обучающихся своей точки зрения, а также по доказательству и (или) опровержению других суждений;
- демонстрация обучающимися достигнутого уровня теоретической подготовки;
- формирование навыков самостоятельной работы с литературой.

Функции семинарского занятия:

– познавательная – если занятие хорошо подготовлено, в процессе обсуждения на семинаре конкретных проблем вырисовываются их новые аспекты, углубляется их обоснование, выдвигаются положения, не привлекавшие ранее внимания обучающихся. Даже само углубление знаний, движение мысли от сущности первого порядка к сущности второго порядка сообщают знаниям обучающихся более осмысленное и прочное содержание, поднимают их на более высокую ступень.

- развивающая;
- воспитательная – вытекает из его познавательной функции, что свойственно всему учебному процессу;
- контрольная.

Виды семинарских занятий по дисциплине «История гражданской авиации»:

1. **семинар-дискуссия**, проводимый с целью выявления мнения обучающихся группы по определенным вопросам курса;

2. **проблемный семинар** после прохождения некоторой темы, на котором предполагается решение проблемных ситуаций по ней на базе полученных знаний. Перед изучением раздела курса преподаватель предлагает обсудить проблемы, связанные с содержанием данного раздела, темы. Накануне обучающиеся получают задание отобрать, сформулировать и объяснить проблемы. Во время семинара в условиях групповой дискуссии проводится обсуждение проблем. Метод проблемного семинара позволяет выявить уровень знаний обучающихся в данной области и сформировать стойкий интерес к изучаемому разделу учебного курса;

Форма проведения семинарских занятий по дисциплине «История гражданской авиации»: смешанная форма с элементами различных форм проведения (развернутая беседа на основании плана; устный опрос обучающихся по вопросам плана семинара).

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

**Электротехническое и конструкционное
материаловедение**

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)