

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электроснабжения и электротехники»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры электроснабжения и электротехники

Протокол №12 от 18 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрические станции

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Карамов Дмитрий
Николаевич
Дата подписания: 04.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Шакиров
Владислав Альбертович
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Федосов Денис
Сергеевич
Дата подписания: 04.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Электротехнологическое и конструкционное материаловедение» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-4 Способность использовать при расчёте параметров и режимов объектов профессиональной деятельности свойства конструкционных и электротехнических материалов	ОПК ОС-4.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-4.2	Демонстрирует знание свойств и характеристик электротехнических и конструкционных материалов, выбирает электротехнические и конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	Знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач. Уметь использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования при решении профессиональных задач. Владеть решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электротехнологическое и конструкционное материаловедение» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы электротехники», «Введение в профессиональную деятельность»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Электрические машины», «Электрические станции и подстанции», «Электроэнергетические системы и сети», «Испытания электротехнического оборудования»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебн	Учебный год № 3

		ый год № 2	
Общая трудоемкость дисциплины	144	36	108
Аудиторные занятия, в том числе:	16	2	14
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	10	0	10
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	119	34	85
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен		Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в курс электротехнического и конструкционного материаловедения .									Устный опрос
2	Решение задач по всем разделам дисциплины							1	14	Решение задач
3	Решение специальных задач повышенной сложности.							1	20	Решение задач
	Промежуточная аттестация									
	Всего								34	

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1	Введение в курс электротехнического и конструкционного материаловедения.							2	3	Устный опрос
2	Атомы и агрегаты атомов.							2	3	Устный опрос
3	Кристаллическая геометрия.							2	3	Устный опрос
4	Механические свойства металлов.							2	3	Устный опрос
5	Проводящие материалы.			1, 2	8			1, 2, 3	17	Устный опрос
6	Диэлектрические материалы.			4, 5, 6	12			1, 2, 3	16	Устный опрос
7	Решение задач по всем разделам дисциплины	7	2	8	4	1	5	4	20	Решение задач
8	Решение специальных задач повышенной сложности.	8	2	3, 7	8	2	5	4	20	Решение задач
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		4		32		10		94	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в курс электротехнического и конструкционного материаловедения.	Свойства электрических и электронных материалов; Эксплуатационные требования к электрическим и электронным материалам; Высоко- и низкотемпературные (служебные) материалы; Высоковольтные (сервисные) материалы; Классификация твердых тел на основе энергетической щели; Сравнение проводников, полупроводников и изоляторов; Различные типы инженерных материалов; Различные уровни структуры материалов; Последние разработки в области электронных материалов.
2	Решение задач по всем разделам дисциплины	Решение задач по разделам предмета.
3	Решение специальных задач повышенной сложности.	Индивидуальные задания, задачи, расчетно-графические работы по разделам дисциплины.

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в курс электротехнического и	Свойства электрических и электронных материалов; Эксплуатационные требования к

	конструкционного материаловедения.	электрическим и электронным материалам; Высоко- и низкотемпературные (служебные) материалы; Высоковольтные (сервисные) материалы; Классификация твердых тел на основе энергетической щели; Сравнение проводников, полупроводников и изоляторов; Различные типы инженерных материалов; Различные уровни структуры материалов; Последние разработки в области электронных материалов.
2	Атомы и агрегаты атомов.	Атомные модели; Модель Бора; Современная концепция атомной модели; Номенклатура, относящаяся к электронным состояниям; Электронная конфигурация атомов; Подболочки и орбитали; Природа химической связи; Ионная связь; Ковалентные связи; Металлические связи; Связи Ван-дер-Ваальса; Водородные связи; Треугольник связей.
3	Кристаллическая геометрия.	Аморфные и кристаллические твердые тела; валентный угол; Строение твердого тела; Решетки Браве; Элементарные ячейки и координационный полиэдр; закон Брэггса; Несовершенства кристаллов; Колебания решетки.
4	Механические свойства металлов.	Изотропные, анизотропные и ортотропные материалы; Энергия деформации, поглощаемая материалами; Модуль упругости; Прочность; Жесткость; Устойчивость; Эластичность и пластичность; Пластичность и хрупкость; Пластичность против пластичности; Усталость; Твердость.
5	Проводящие материалы.	Электронные теории, свойства и поведение; Влияние температуры на проводимость; Влияние легирования на удельное сопротивление; Эффект пластической деформации; Теплопроводность; Тепловой эффект тока; Термоэлектрический эффект; Механически обработанные формы электрических материалов; Материалы с низким удельным сопротивлением; Материалы с высоким удельным сопротивлением; Контактные материалы; Плавкие материалы.
6	Диэлектрические материалы.	Классификация диэлектрических материалов; Диэлектрическая проницаемость; Диэлектрические потери; Поляризация; Твердые изоляционные материалы.
7	Решение задач по всем разделам дисциплины	Решение задач по разделам предмета.
8	Решение специальных задач повышенной сложности.	Индивидуальные задания, задачи, расчетно-графические работы по разделам дисциплины.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение удельных потерь в листовой электротехнической стали.	4
2	Исследование электрических свойств проводниковых материалов.	4
3	Исследование электрического коронного разряда	4
4	Определение электрической прочности воздуха.	4
5	Определение температуры вспышки трансформаторного масла.	4
6	Определение электрической прочности трансформаторного масла	4
7	Решение задач повышенной сложности.	4
8	Решение задач по темам дисциплины.	4

4.4 Перечень практических занятий**Учебный год № 3**

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Решение задач по основным разделам предмета.	5
2	Решение индивидуальных задач повышенной сложности по основным разделам дисциплины.	5

4.5 Самостоятельная работа**Учебный год № 2**

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Решение специальных задач	34

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	16
2	Подготовка к практическим занятиям	18
3	Подготовка презентаций	11
4	Решение специальных задач	40

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия, компьютерные симуляции, кейс-технология, мозговой штурм, проект

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Студентам заранее назначается тема практического занятия, которую они должны изучить на основе лекционного материала, профессионального стандарта и рекомендованной литературы. По теме практического занятия проводится семинар в диалоговом режиме или в форме групповой дискуссии, решаются задачи, соответствующие теме занятия, проводится анализ ситуации.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям, выполнение презентаций, отчетов и рефератов.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 2 | Решение задач

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть и задачи.

Критерии оценивания.

1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

6.1.2 учебный год 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть состоящую из трех вопросов и задачи.

Примеры вопросов.

1. Ван-дер-Ваальсовская связь. Ионная связь.
2. Ковалентная связь. Металлическая связь. Водородная связь.
3. Кристаллическое строение ЭТКМ. Типы дефектов в ЭТКМ.
4. Типы кристаллических решеток.
5. Элементарная ячейка Бравэ.

Критерии оценивания.

1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

6.1.3 учебный год 3 | Решение задач

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть и задачи.

Критерии оценивания.

1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

6.1.4 учебный год 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть состоящую из трех вопросов и задачи.

Примеры вопросов.

1. Ван-дер-Ваальсовская связь. Ионная связь.
2. Ковалентная связь. Металлическая связь. Водородная связь.
3. Кристаллическое строение ЭТКМ. Типы дефектов в ЭТКМ.
4. Типы кристаллических решеток.
5. Элементарная ячейка Бравэ.

Критерии оценивания.

1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-4.2	При выполнении тестирования, обучающийся должен правильно ответить на теоретические вопросы. Правильно выполнить практические задания. Показать умения и владения навыками при решении задач в рамках учебного материала. При необходимости, ответить на все дополнительные вопросы.	Выполнение презентации на заданную тему, тестирование, устный опрос.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проходит в формате собеседования со студентом. К экзамену допускаются обучающиеся, которые выполнили практические работы. Оценивается понимание пройденного материала. Оценка производится по пятибалльной шкале. Знания, умения, владения обучающегося на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Проверяется знание теоретического материала, наличие всех лекций и выполненных презентаций, пройденных тестов. Экзамен проводится письменно по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов и задачи. В случае невыполнения критерия оценивания назначается дата пересдачи, но не более 2 раз с последующим опросом по всем темам дисциплины.

Пример задания:

Примеры вопросов к экзамену:

1. Статистика электронов в ЭТКМ.
2. Функции распределения электронов в ЭТКМ.
3. Функция распределения Максвелла-Больцмана
4. Функция распределения Ферми-Дирека
5. Функция распределения Бозе-Эйнштейна.
6. Ван-дер-Ваальсовская связь. Ионная связь.
7. Ковалентная связь. Металлическая связь. Водородная связь.
8. Кристаллическое строение ЭТКМ. Типы дефектов в ЭТКМ.
9. Типы кристаллических решеток.
10. Элементарная ячейка Бравэ.
11. Индексы направлений, плоскостей, узлов кристаллической решетки.
12. Металлы высокой проводимости. Черные металлы. Цветные металлы. Редкоземельные металлы. Сплавы цветных металлов.
13. Классификация металлов. Медь, алюминий. Железо, чугун, сталь, ферроникелевые сплавы. Бронзы, латуни, сплавы на основе драг. металлов (золота, серебра, платины и других). Припои и флюсы
14. Органические диэлектрики
15. Полиэтилен - ПЭ.
16. Поливинилхлорид - ПВХ.
17. Полипропилен - ПП.
18. Полистирол - ПС.
19. Полиэтилентерефталат - ПЭТФ.
20. Поликарбонат - ПК.
21. Политетрафторэтилен - ПТФЭ.
22. Неорганические диэлектрики. Композиционные ЭТКМ.
23. Электрические, тепловые и механические свойства ЭТКМ.
24. Поляризация, электропроводность, диэлектрические потери, электрическая прочность ЭТКМ.
25. Активные диэлектрические материалы.
26. Сегнетоэлектрики.

27. Пьезоэлектрики.

28. Электреты.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Оценка «Отлично» - Обучающийся рационально применил изученные методы расчета с подробным обоснованием решения при выполнении индивидуальных заданий.	Оценка «Хорошо» - Обучающийся применил изученные методы расчета с подробным обоснованием решения задач, но допустил незначительные ошибки.	Оценка «Удовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не привел подробного обоснования решения при выполнении индивидуальных заданий. Допустил ошибки.	Оценка «Неудовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не привел подробного обоснования решения при выполнении и защите индивидуальных заданий. Допустил грубые ошибки.

7 Основная учебная литература

1. Дудкин А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. Ким, 2016. - 200.
2. Дудкин А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. Ким, 2017. - 200.
3. Дудкин А. Н. Электротехническое материаловедение : учебное пособие / А. Н. Дудкин, 2020. - 200.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Серебряков А. С. Электротехническое материаловедение. Электроизоляционные материалы : учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта / А. С. Серебряков, 2005. - 278.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение Python

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Доска аудиторная ДА-3а
2. Доска аудиторная ДА-3а
3. мегаомметр Е-24
4. Ком-т лаб.обор."Электромонтажный стол" ЭМС2-С (стендовое исполнение)
5. Демонстрационный стенд
6. Двухсторонний информационный стенд
7. Комплект оборудования для тестирования низкотемпературных протоно-обменных мембран, топливных элементов, мембранно-электролитной сборки (в составе:
8. Мультиметр цифровой СММ-40
9. Мультиметр цифровой СММ-40
10. Измеритель параметров эл/безопасности эл/установок
11. Устройство испытательное РЕТОМ-21
12. Приставка измер-ая СКАТ-70П с аппаратом высоковольтн. испытательным
13. Двухсторонний информационный стенд
14. Система информационно-электроизмерительная