

**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

«ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электроснабжение

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Карамов Дмитрий
Николаевич
Дата подписания: 17.06.2025

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

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Сулов
Константин Витальевич
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Электротехнологические установки» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность к выполнению работ по эксплуатации оборудования и систем электроснабжения	ПКС-2.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.7	Демонстрирует знания устройства электротехнологических установок	Знать основные электротехнологические установки и их влияние на схему электроснабжения. Уметь рассчитать и определить параметры электротехнологических установок; Составить схему питания этих установок. Владеть правилами техники безопасности при выполнении лабораторных работ в специализированных лабораториях. выбирать защиту электрооборудования от аварийных режимов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электротехнологические установки» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Введение в профессиональную деятельность», «Информационно-измерительная техника», «Качество электроэнергии», «Математическое моделирование в энергетике и электротехнике», «Общая энергетика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Испытание и диагностика электрической изоляции и кабельных изделий», «Электротехнологическое и конструкционное материаловедение», «Нормативно-правовые основы проектирования систем электроснабжения», «Основы финансово-экономических, правовых и технологических взаимоотношений энергоснабжающих организаций и потребителей»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108

Аудиторные занятия, в том числе:	32	32
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	40	40
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ 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.	1	2					2	4	Устный опрос
2	Электрические печи сопротивления.	2	2	1	2			2	4	Устный опрос
3	Индукционный и диэлектрический нагрев.	3	2	2	4			2	4	Устный опрос
4	Установки дугового нагрева.	4	2	3	2			1, 2	8	Устный опрос
5	Электросварочные установки.	5	2	4	2			2	4	Устный опрос
6	Установки для электрической обработки металлов.	6	2	5	2			2	4	Устный опрос
7	Электролизные установки.	7	2	6	2			1, 2	8	Устный опрос
8	Ультразвуковые установки.	8	2	7	2			2	4	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		16				76	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение.	Электротехнология как вид электрификации технологических процессов. Краткие сведения из истории развития электротехнологии. Работы передовых НИИ и русских ученых в области

		исследования, разработки и внедрения новых прогрессивных электротехнологических процессов и установок. Роль и значение инженерно-технических кадров в решении социально-экономических задач. Техничко-экономические вопросы технической эстетики электротехнологической промышленности.
2	Электрические печи сопротивления.	Законы теплопередачи применительно к электротермическому оборудованию. Краткие сведения о материалах, применяемых в электротермических установках. Классификация электрических печей сопротивления. Печи прямого и косвенного действия, плавильные и нагревательные. Конструктивные разновидности печей сопротивления. Тепловые режимы печей. Конструкция электронагревателей и разновидность их крепления. Электрический расчет цепей сопротивления косвенного действия. Методы регулирования температуры и мощности печей сопротивления. Принципиальные схемы питания и управления печей косвенного действия. Выпускаемые промышленностью электрооборудование. Установки прямого нагрева. Область их рационального использования. Расчет параметров установки и выбор электрооборудования. Схемы питания и управления.
3	Индукционный и диэлектрический нагрев.	Физические основы индукционного нагрева. Классификация индукционных печей и установок и стандартизация их параметров. Индукционные печи с железным сердечником: принцип работы, конструктивное оформление, область использования. Удельные технико-экономические показатели. Схемы питания и управления. Тигельные индукционные печи. Промышленные установки индукционного нагрева под механическую и термическую обработку. Выбор частоты. Элементы расчеты индукторов. Принцип работы установок диэлектрического нагрева. Область использования. Определение основных параметров нагрева. Техническая характеристика оборудования и источников питания для индукционного и диэлектрического нагрева. Электрические схемы типовых установок ди-электрического нагрева. Влияние качества электроэнергии на ход технологического процесса.
4	Установки дугового нагрева.	Электрическая дуга. Основные закономерности и электрические характеристики. Ионизация газов, электродные процессы, катодные и анодные падения потенциалов, работа выхода, ионизация и возбуждения. Вольт-амперная характеристика и

		<p>влияние на ее форму рода газа, давления и других факторов. Дуга переменного тока. Статические и динамические характеристики дуги. Условия устойчивости дуги. Система: дуга-источник питания. Электрические дуговые печи. Классификация электрических дуговых печей. Печи косвенного действия. Конструктивное оформление печей косвенного действия. Основные показатели, ограничивающие область использования печей косвенного действия. Дуговые сталеплавильные печи прямого действия. Технология плавления металла. Конструкция и механизмы дуговых печей. Электрическое оборудование для дуговых печей. Электромагнитное перемешивание металла. Рабочие характеристики и электрические режимы. Регулирование мощности. Обзор существующих систем автоматических регуляторов мощности, сравнительная оценка.</p>
5	Электросварочные установки.	<p>Значение электрической сварки в народном хозяйстве. Особенности сварочной дуги, условия устойчивости горения дуги постоянного и переменного тока. Требования, предъявляемые к источникам питания для дуговой сварки. Однопостовые сварочные преобразователи и аппараты постоянного тока с падающими внешними характеристиками: генераторы с размагничивающей последовательной обмоткой, генераторы с расщепленными полюсами, генераторы с магнитным шунтом. Многопостовые сварочные генераторы. Применение тиристорov в сварочных источниках питания. Контактная сварка, ее физические основы. Разновидности контактной сварки.</p>
6	Установки для электрической обработки металлов.	<p>Общие сведения о физике процессов электрической обработки металлов. Разновидности процессов. Параметры импульсных разрядов. Полярность электрической эрозии. Электроэрозионная обрабатываемость. Производительность обработки. Точность обработки и качество обрабатываемой поверхности. Источники питания. Электрические схемы, конструкции и характеристики генераторов импульсов. Автоматические регуляторы подачи электродов инструментов: электромагнитный, электродвигательный, электронный и магнитно-полупроводниковый.</p>
7	Электролизные установки.	<p>Физические и химические процессы, сопровождающие прохождение тока через электролиты. Области промышленного применения электролиза. Получение алюминия,</p>

		меди, цинка, натрия и других металлов и их соединений путем электролиза. Конструкция, электрооборудование электролизеров. Источники питания и преобразовательные подстанции электролизных установок.
8	Ультразвуковые установки.	Краткие сведения о звуковых и ультразвуковых упругих колебаниях. Магнитостриционные и пьезоэлектрические преобразователи и конденсаторы. Конструкции и технические характеристики преобразователей. Источники питания ультразвуковых установок. Примеры технологического использования ультразвука в машиностроении: очистка и обезжиривание, мойка деталей, механическая обработка твердых сплавов и хрупких материалов. Ультразвуковая сварка. Примеры использования ультразвука при контактной и стыковой сварке.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Электрические печи сопротивления.	2
2	Индукционный и диэлектрический нагрев.	4
3	Установки дугового нагрева.	2
4	Электросварочные установки.	2
5	Установки для электрической обработки металлов.	2
6	Электролизные установки.	2
7	Ультразвуковые установки.	2

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	8
2	Подготовка к практическим занятиям	32

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Студентам заранее назначается тема лабораторного занятия, которую они должны изучить на основе лекционного материала, профессионального стандарта и рекомендованной литературы.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

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

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 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

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

Примеры вопросов:

1. Электроконтактный нагрев деталей
2. Индукционная термообработка
3. Особенности электроснабжения индукционных установок
4. Классификация и устройство дуговых печей
5. Статические и динамические характеристики дуги

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
ПКС-2.7	Знает основные электротехнологические установки и их влияние на схему электроснабжения. Умеет рассчитать и определить параметры электротехнологических установок; Составить схему питания этих установок. Владеет правилами техники безопасности при выполнении	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и/или лабораторных работ.

	лабораторных работ в специализированных лабораториях. выбирать защиту электрооборудования от аварийных режимов.	
--	---	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, 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.

1. Инфракрасный нагрев материалов
2. Законы излучения
3. Материалы ЭТУ
4. Классификация печей сопротивления
5. Из каких материалов изготавливаются нагревательные элементы
6. Для каких целей применяются соляные ванны
7. Основные способы измерения температур
8. Способы регулирования температуры
9. Принцип работы индукционной печи
10. Сущность высокочастотного нагрева диэлектриков
11. Электроконтактный нагрев деталей
12. Индукционная термообработка
13. Особенности электроснабжения индукционных установок
14. Классификация и устройство дуговых печей
15. Статические и динамические характеристики дуги
16. Характеристики дуги переменного тока
17. Электродный нагрев проводников второго рода
18. Электродные водонагреватели
19. Элементные нагреватели
20. Трубчатые электронагреватели
21. Специальные дуговые печи
22. Способы регулирования мощности электродного нагревателя
23. Классификация сварочных установок
24. Устойчивость горения сварочной дуги

25. Сварка на переменном токе
26. Источники питания сварки на постоянном токе
27. Назначение и принцип работы осцилляторов
28. Виды автоматической сварки
29. Основы контактной сварки
30. Специальные виды сварки
31. Схемы включения электродных водонагревателей и допустимые значения параметров работы
32. Физические процессы электроискровой обработки металлов
33. Генераторы для искровой обработки
34. Регулирование межэлектродного промежутка
35. Способы регулирования мощности электродного водонагревателя
36. Что такое нормальный электродный потенциал
36. Способы регулирования мощности индукционного нагревателя
38. Почему электролизные ванны соединяются последовательно
39. Как устроен электролизер алюминия
40. Генераторы ультразвука
41. Область применения ультразвука
42. Ультразвуковая сварка
43. Сущность действия электростатических установок
44. Применение установок высокого напряжения

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. Федорещенко Н. В. Электротехнологические установки [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Федорещенко, 2012. - 89.
2. Суворин А. В. Электротехнологические установки : учебное пособие / А. В. Суворин, 2023. - 376.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Чередниченко В. С. Плазменные электротехнологические установки : учеб. пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика, электротехнологии" и

специальности "Электротехнол. установки и системы" / В. С. Чередниченко, А. С. Аньшаков, М. Г. Кузьмин; под ред. В. С. Чередниченко, 2005. - 507.

2. Электротехнологические установки с концентрированными источниками нагрева / Редкол.: А. М. Кручинин (гл. ред.) и др., 1986. - 106.

3. Болотов Альберт Васильевич. Электротехнологические установки : учеб. для вузов по спец. "Электроснабжение пром. предприятий" / Альберт Васильевич Болотов, Георгий Александрович Шепель, 1988. - 335.

4. Автоматизированные электротехнологические установки и системы : межвуз. сб. науч. тр. / Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова, 1989. - 129.

5. Болотов А. В. Электротехнологические установки / А. В. Болотов, Г. А. Шепель, 1983. - 271.

6. Дикушин. Электротехнологические установки основных производств : конспект лекций для студентов специальности 0303. Ч. 1, 1974. - 108.

7. Дикушин Г. А. Электротехнологические установки основных производств / Г. А. Дикушин, 1975. - 68.

8. Донской А. В. Ультразвуковые электротехнологические установки / А. В. Донской, О. К. Келлер, Г. С. Кратыш, 1982. - 204.

9. Донской А. В. Ультразвуковые электротехнологические установки / А. В. Донской, О. К. Келлер, Г. С. Кратыш, 1968. - 276.

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-За
2. Доска аудиторная ДА-За
3. Ком-т лаб.обор."Электромонтажный стол" ЭМС2-С (стендовое исполнение)
4. Демонстрационный стенд

5. Двухсторонний информационный стенд