

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

«ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Оптимизация развивающихся систем электроснабжения

Квалификация: Магистр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Потапов Василий Васильевич
Дата подписания: 14.06.2025

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: 14.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Диагностика электроизоляционных конструкций» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-4 Способен проектировать, производить расчёты и выбирать оборудование систем электроснабжения	ПК-4.11
ПК-6 Способен применять знания, умения, навыки управления проектами при проектировании и эксплуатации оборудования в системах электроснабжения	ПК-6.6

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-4.11	Владеет методами диагностики электроизоляционных конструкций	Знать - назначение и область применения существующих электрических компьютерных измерений; - особенности работы, конструкцию и принцип действия приборов и средств электрических компьютерных измерений Уметь - выполнить расчёт электрической изоляции силовых трансформаторов, проходных и опорных изоляторов, силовых электрических кабелей; - выполнить оценку электрической прочности и конструирования не типовых изоляционных конструкций; -грамотно использовать методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; -принимать во внимание правила экологической безопасности и нормы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты при проектировании изоляционных конструкций.применять в практической деятельности приемы и методы электрических и компьютерных измерений; - выполнять оценку погрешности

		измерений и использовать адекватный математический аппарат. Владеть терминологией
ПК-6.6	Способен применять знания, умения, навыки управленческой деятельности при эксплуатации оборудования	Знать - назначение и область применения существующих электрических компьютерных измерений; - особенности работы, конструкцию и принцип действия приборов и средств электрических компьютерных измерений теорию методов технической диагностики; Нормативно-техническую базу, установленную соответствующей документации Уметь - применять в практической деятельности приемы и методы электрических и компьютерных измерений; -выполнять оценку погрешности измерений и использовать адекватный математический аппарат. обоснованно и рационально выбирать метод технической диагностики применительно к соответствующему виду диагностируемого оборудования; определять параметры и характеристики для оценки момента для прекращения эксплуатации электрического оборудования; Владеть навыками составления планов программ и методик испытаний электротехнических электроэнергетических устройств.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Диагностика электроизоляционных конструкций» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Переходные процессы в электроэнергетических системах»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах
--------------------	------------------------------------

	(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 1	Учебный год № 2
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
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)	88	34	54
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 1

№ 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	Тема1. Нормативно- технические и правовые основы надзора при сооружении электроизоляцион ных конструкций.	1	2					1	34	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

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	Тема2. Приемка и ввод электроизоляции	1	1			1	2			Устный опрос

	ных конструкций в эксплуатацию.									
2	Тема3. Электроизоляционные конструкции.	2	1			2	2			Устный опрос
3	Тема4. Контроль за нагрузками и напряжением в электроизоляционных конструкциях.	3				3	2			Устный опрос
4	Тема5. Защита электроизоляционных конструкций от коррозии.	4								Устный опрос
5	Тема6.Профилактические испытания электроизоляционных конструкций.	5								Устный опрос
6	Тема7.Охрана электроизоляционных конструкций.	6								Устный опрос
7	Тема8. Ремонт и диагностика электроизоляционных конструкций	7				4	2	1	24	Устный опрос
8	Тема9.Техническая документация и учёт состояния эксплуатации электроизоляционных конструкций.	8				5	2	2	30	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		2				10		58	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Тема1. Нормативно-технические и правовые основы надзора при сооружении электроизоляционных конструкций.	ГОСТ, нормативно правовые документы по надзору при сооружении кабельных линий

Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Тема2. Приемка и ввод электроизоляционных конструкций в эксплуатацию.	Проведение нормативных испытаний. Составление документации по закреплению трассы кабельной линии.
2	Тема3.	Документация по конструированию кабельных

	Электроизоляционные конструкции.	линий , кабельных муфт, кабельных колодцев. Особенности программного обеспечения по конструированию кабельных линий. Трехжильные кабельные линии. Одножильные кабельные линии. Четырёхжильные кабельные линии. Кабельные линии с газовой изоляцией, маслонаполненное кабельные линии и кабельные линии с изоляции ее из шитого полиэтилена
3	Тема4. Контроль за нагрузками и напряжением в электроизоляционных конструкциях.	Оборудование контроля за нагрузками и напряжением в кабельных сетях. Электростатические киловольтметры С-300, С-100 килоамперметры. Пояс Роговского. Искровые шаровые разрядники. Измерительные штанги.
4	Тема5. Защита электроизоляционных конструкций от коррозии.	Существующие методы защиты кабельных линий от коррозии (подача сжатого воздуха, использование антикоррозионных покрытий и другие специальные меры защиты).
5	Тема6.Профилактические испытания электроизоляционных конструкций.	Импульсные методы диагностики КЗ фаза -0, фаза-фаза, оболочка-фаза. Импульсные методы определения волнового сопротивления кабельной линии. Использование РЕИС для импульсной диагностики кабельной линии. Мостовые методы диагностики кабельной линий.
6	Тема7.Охрана электроизоляционных конструкций.	Существующие нормативы на охрану кабельных линий. Документация на охрану трассы кабельной линий.
7	Тема8. Ремонт и диагностика электроизоляционных конструкций	Предварительная диагностика для установления ремонтоспособности кабельной линии. Определение остаточного ресурса кабельной линий. Выявление наиболее изношенных участков изоляции кабельной линии. Составление документации на ремонт кабельной линии по материальным затратам на ремонт. Оформление нарядов. Назначение руководителей работ. Определение мер ТБ при проведении ремонта.
8	Тема9.Техническая документация и учёт состояния эксплуатации электроизоляционных конструкций.	Учёт состояния кабельной линии методом решетки рефлектометрии, методом коротковременной дуги, методом бегущей волны напряжения, методом измерения ЧР. Составление дефектной ведомости по диагностируемым неисправности кабельной линии- обрыв одной жилы, обрыв всех жил.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
---	---	----------------------------

1	Задачи диагностирования	2
2	Показатели и характеристики диагностирования	2
3	Методы технического диагностирования	2
4	Алгоритмы диагностирования	2
5	Правила технического диагностирования	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	24
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	30

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 практическим занятиям

Пример

Практическое занятие №5 . Правила технического диагностирования.

1. Последовательность выполнения операций диагностирования.

Описывается последовательность выполнения соответствующих измерений, экспертных оценок по всему комплексу диагностических параметров и характеристик.

2. Технические требования по выполнению операций диагностирования.

При выполнении операций диагностирования необходимо соблюдение всех требований и указаний ПУЭ, настоящих Правил, Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок, других отраслевых документов, а также ГОСТов по диагностированию и надежности. Конкретные ссылки должны быть сделаны в рабочих документах.

3. Указания по режиму работы электроустановки при диагностировании.

Указывается режим работы электроустановки в процессе диагностирования. Процесс диагностирования может проходить во время функционирования электроустановки и тогда это – функциональное техническое диагностирование. Возможно диагностирование в режиме останова. Возможно диагностирование при форсированном режиме работы электроустановки.

4. Требования к безопасности процессов диагностирования и другие требования в соответствии со спецификой эксплуатации электроустановки.

Указываются общие и те основные требования техники безопасности при

диагностировании, которые касаются той или иной электроустановки; при этом должны быть конкретно перечислены разделы и пункты соответствующих правил и директивных материалов.

Упоминается о необходимости наличия у организации, выполняющей работы по диагностированию, соответствующих разрешений.

Перед началом работ по диагностированию работники, в ней участвующие, должны получить наряд-допуск на производство работ.

В данном разделе должны быть сформулированы требования техники безопасности при функциональном диагностировании и диагностировании при форсированном режиме работы электроустановки. Должны быть указаны и имеющиеся у данного Потребителя для конкретных условий эксплуатации данной электроустановки специфические требования.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

- для углубленного изучения дисциплины (изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку), поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;

- для формирования умений: работать со справочной, нормативной, правовой документацией, периодическими изданиями и другими информационными источниками; грамотно оформить и подготовить отчёты по лабораторным работам.

Самостоятельная работа предлагается по разделам:

1. Нормативно-технические и правовые основы надзора при сооружении электроизоляционных конструкций.
2. Приемка и ввод электроизоляционных конструкций в эксплуатацию.
3. Электроизоляционные конструкции.
4. Контроль за нагрузками и напряжением в электроизоляционных конструкциях.
5. Защита электроизоляционных конструкций от коррозии.
6. Профилактические испытания электроизоляционных конструкций.
7. Охрана электроизоляционных конструкций.
8. Ремонт и диагностика электроизоляционных конструкций.
9. Техническая документация и учёт состояния эксплуатации электроизоляционных конструкций.

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 1 | Устный опрос

Описание процедуры.

выборочный устный опрос во время занятий

Критерии оценивания.

- 1) полнота и правильность ответа;
 - 2) степень осознанности, понимания изученного;
- При ответе в полном объеме, студент оценивается как «хорошо», при частичном (50% ответа) – «удовлетворительно», при отсутствии правильных ответов –

«неудовлетворительно».

6.1.2 учебный год 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

выборочный устный опрос во время занятий

Критерии оценивания.

1) полнота и правильность ответа;

2) степень осознанности, понимания изученного;

При ответе в полном объеме, студент оценивается как «хорошо», при частичном (50% ответа) – «удовлетворительно», при отсутствии правильных ответов – «неудовлетворительно».

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
ПК-4.11	умеет: - выполнить расчёт электрической изоляции силовых трансформаторов, проходных и опорных изоляторов, силовых электрических кабелей; - выполнить оценку электрической прочности и конструирования не типовых изоляционных конструкций; -грамотно использовать методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; -принимать во внимание правила экологической безопасности и нормы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты при проектировании изоляционных конструкций. знает: - методы расчёта электрической изоляции силовых трансформаторов, проходных и опорных изоляторов, силовых электрических кабелей. уметь: - применять в практической	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практического задания и/или лабораторной работы,

	деятельности приемы и методы электрических и компьютерных измерений; - выполнять оценку погрешности измерений и использовать адекватный математический аппарат. знать: - назначение и область применения существующих электрических компьютерных измерений; - особенности работы, конструкцию и принцип действия приборов и средств электрических компьютерных измерений	
ПК-6.6	умеет: - применять в практической деятельности приемы и методы электрических и компьютерных измерений; -выполнять оценку погрешности измерений и использовать адекватный математический аппарат. знать: - назначение и область применения существующих электрических компьютерных измерений; - особенности работы, конструкцию и принцип действия приборов и средств электрических компьютерных измерений знать: теорию методов технической диагностики; Нормативно-техническую базу, установленную соответствующей документации уметь: обоснованно и рационально выбирать метод технической диагностики применительно к соответствующему виду диагностируемого оборудования; определять параметры и характеристики для оценки момента для прекращения эксплуатации электрического оборудования; навыки составления планов программ и методик испытаний электротехнических электроэнергетических устройств.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практического задания и/или лабораторной работы,

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 2, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачёт проводится в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса.

Пример задания:

Вопросы:

1. Виды повреждений кабельных линий, краткая характеристика методов их обнаружения.
2. Дистанционные и трассовые методы определения повреждений в кабельных линиях.
3. Использование метода импульсной рефлектометрии для определения повреждений кабельных линий.
4. Сущность метода импульсной рефлектометрии.
5. Виды зондирующих сигналов.
6. Коэффициент укорочения электромагнитных волн.
7. Помехи импульсной рефлектометрии и борьба с ними.
8. Метод кратковременной дуги (импульсно-дуговой метод).
9. Волновой метод (метод колебательного разряда)
10. Метод измерения частичных разрядов.
11. Какие параметры импульсов ЧР нужно измерять?
12. Мостовой метод измерения.
13. Определение расстояния до места обрыва кабеля (оборваны все жилы).
14. Метод определения расстояния до места повреждения изоляции кабеля и его особенности.
15. Определение расстояния до места повреждения изоляции кабеля.
16. Трассовые методы.
17. Индукционный метод.
18. Акустический метод.
19. Каковы способы диагностики кабельных линий?
20. Что такое диагностика, ее задачи и цели?

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
результаты обучения соответствуют основным требованиям	результаты обучения не соответствуют основным требованиям, большая часть материала не усвоена

7 Основная учебная литература

1. Новиков Г. К. Диагностика кабельных линий : учебное пособие / Г. К. Новиков, В. В. Потапов, К. В. Суслов, 2013. - 51.
2. Электротехнологическое и конструкционное материаловедение : монография / Г. К. Новиков [и др.], 2014. - 365.

3. Электротехнологическое и конструкционное материаловедение : электронный курс / В. В. Потапов, В. А. Пионкевич, Д. Н. Карамов [и др.], 2022
4. Электротехнологическое и конструкционное материаловедение
Электротехнологическое материаловедение и изоляционные конструкции, 2023. - 122 с.
5. Электротехнологическое и конструкционное материаловедение Полимеры.
Полупроводниковые материалы, 2023. - 200 с.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Привезенцев В. А. Силовые кабели и высоковольтные кабельные линии : учеб. пособие для энерг. и электротехн. вузов / В. А. Привезенцев, Э. Т. Ларина, 1970. - 424.
2. Месенжник Яков Захарович. Силовые кабельные линии для погружных электросистем / Яков Захарович Месенжник, А.А. Осягин, 1987. - 238.
3. Шадрин Николай Михайлович. Воздушные и кабельные линии электропередачи карьеров / Николай Михайлович Шадрин, 1996. - 171.
4. Алиев И. И. Кабельные изделия : справочник / И. И. Алиев, 2004. - 229.

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. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 316452 Прибор УПУ-10
2. 5063Термокамера ТК-500
3. 15224 Ячейка ЭС-1т
4. 1371 Установка типа У-5011
5. 13062 Сушильный шкаф