

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

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И СЕТЕЙ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Управление электроэнергетическими системами

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Чумаков Геннадий
Иванович
Дата подписания: 12.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Федосов Денис
Сергеевич
Дата подписания: 12.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Современные средства защиты электрооборудования электрических станций и сетей от перенапряжения» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-5 Способен разрабатывать эффективную стратегию и формировать активную политику управления с учетом рисков на предприятии	ПК-5.8

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-5.8	Определяет меры по обеспечению контроля состояния объектов электроэнергетики	Знать Технологии и средства проведения расчётов устойчивости электрических систем для решения задач автоматического управления. Основные особенности электрооборудования станций и подстанций, основы техники электробезопасности. Уметь Проводить экспертизы новых технологических решений для повышения устойчивости электроэнергетических систем. Применять современные методы и средства исследования, проектирования, технологической подготовки производства и эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов. Владеть Навыками поиска и отбора нормативно-технической документации для экспертизы решений по обеспечению нормативных требований к устойчивости электрических систем. Современными измерительными системами и технологиями контроля состояния электроустановок.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Современные средства защиты электрооборудования электрических станций и сетей от перенапряжения» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Оценка эффективности инвестиций в электроэнергетике», «Технико-экономические расчеты в электроэнергетике»,

«Энергетическая безопасность РФ», «Минимизация техногенного влияния электроэнергетики»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», «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	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	13	13
лабораторные работы	26	26
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	69	69
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 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	Электрические воздействия на изоляцию и режим нейтрали	1	2	1	4			1, 2	10	Отчет по лаборатор ной работе
2	Статистические основы координации изоляции	2	2					2, 3	12	Решение задач
3	Защита от внутренних перенапряжений в электрических сетях с глухим заземлением нейтрали	3	2	2	3			1, 2	10	Отчет по лаборатор ной работе
4	Защита от	4	3	3, 4,	15			1, 2	13	Отчет по

	перенапряжений в сетях средних классов напряжения			6, 7						лабораторной работе
5	Грозозащита ПС и линий напряжением 6-1150 кВ	5	2	5	4			2, 3	12	Решение задач
6	Защита от перенапряжений подземных коммуникаций	6	2					2, 3	12	Решение задач
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		13		26				69	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Электрические воздействия на изоляцию и режим нейтрали	Максимальные расчетные значения рабочих напряжений при изолированной или заземленной нейтрали. Расчетные значения внутренних перенапряжений. Параметры тока молнии. Уровень импульсных воздействий при прямом ударе молнии (ПУМ) в токоведущие элементы, при ПУМ в заземленные элементы. Параметры индуктированных перенапряжений.
2	Статистические основы координации изоляции	Резонансные перенапряжения. Коммутационные перенапряжения. Статистическая природа внутренних перенапряжений. Учет статистических распределений внутренних перенапряжений при защите изоляции сетей. Методы оценки показателей надежности грозозащиты ПС совместно с ВЛ с учетом случайного характера параметров молниевых ударов. Рекомендуемые нормативными испытательными напряжениями.
3	Защита от внутренних перенапряжений в электрических сетях с глухим заземлением нейтрали	Внутренние перенапряжения частоты 50 Гц в симметричном и несимметричном режимах. Защита подстанций с элегазовыми распределительными устройствами от резонансных, высоко- и низкочастотных коммутационных перенапряжений. Защита продольно- и поперечнокомпенсированных электропередач от коммутационных перенапряжений.
4	Защита от перенапряжений в сетях средних классов напряжения	Компенсация емкостного тока заземления на землю систем защиты от перенапряжений в сети собственных нужд. Защита от перенапряжений установок с вакуумными выключателями. Защита от повреждений ТН 6-35 кВ.
5	Грозозащита ПС и линий напряжением 6-	Показатели и оценка грозоупорности воздушных линий электропередачи. Методы и средства

	1150 кВ	грозозащиты воздушных линий. Показатели надежности грозозащиты ПС. Защита ЭС и ПС от ПУМ. Проектирование грозозащиты распределительных устройств.
6	Защита от перенапряжений подземных коммуникаций	Волновые процессы в кабельных линиях. Математическая модель одножильного кабеля в модальных координатах. Способы уменьшения потерь в оболочках кабелей. Анализ перенапряжений в местах транспозиции оболочек в трехжильных кабелях.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование феррорезонансных явлений в сетях 110 и 220 кВ, обусловленных насыщением магнитопроводов трансформаторов напряжения	4
2	Исследование перенапряжений, возникающих при однофазных дуговых замыканиях (ОДЗ) в сетях собственных нужд электрических станций	3
3	Исследование перенапряжений, возникающих при включении двигателей собственных нужд электрических станций	3
4	Исследование перенапряжений, возникающих при отключении заторможенных двигателей вакуумными выключателями	4
5	Исследование грозовых перенапряжений в сетях генераторного напряжения блоков электрических станций	4
6	Исследование восстанавливающихся напряжений на контактах линейных выключателей при отключении коротких замыканий	4
7	Исследование восстанавливающихся напряжений на контактах генераторных выключателей при отключении коротких замыканий	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	18

	(лабораторным работам)	
2	Проработка разделов теоретического материала	27
3	Решение специальных задач	24

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

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:

1. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2012. - 72 с.
2. Чумаков Г. И. Эксплуатация, диагностика и ремонт электрооборудования ЭЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. И. Чумаков, 2011. - 48 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен прочитать методические указания к лабораторным работам, которые содержат краткие теоретические сведения, необходимые студенту при выполнении данной лабораторной работы. Пользуясь методическими указаниями, ознакомиться с теорией и подготовить протокол, содержащий название и цель работы, схему измерительной установки и таблицы для записи результатов.

При оформлении отчета студент должен, используя результаты измерений, выполнить все необходимые расчеты, при необходимости построить графики или диаграммы.

Для защиты лабораторных работ необходимо изучить соответствующие разделы теоретического материала, используя конспекты лекций, основную и дополнительную литературу.

В ходе защиты лабораторной работы студент представляет преподавателю отчет, который включает полученные им результаты измерений в виде таблиц или графиков, и отвечает на контрольные вопросы. Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ содержатся в методических указаниях для лабораторных работ.

Проработка отдельных разделов теоретического курса – самостоятельное изучение разделов курса, чтение дополнительной литературы.

При этом обучающийся должен в установленные сроки:

- прослушать курс лекций;
- выполнить и защитить лабораторные работы;
- сдать зачет.

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 3 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Главной целью лабораторных работ по дисциплине является: экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений; экспериментальная проверка расчетов, формул. Для приобретения опыта работы с техникой эксперимента и умения

решать практические задачи путем постановки опыта.

В начале занятия производится опрос студента с целью выявления глубины самостоятельной подготовки. Испытания с использованием высоковольтных источников проводятся под непосредственным наблюдением преподавателя. Анализ результатов и подготовка отчета выполняются студентом к следующему лабораторному занятию.

Критерии оценивания.

Зачтено

Методика решения, последовательность расчета, погрешность расчета, используемые источники соответствуют рекомендуемым нормативным документам

Не зачтено

Хотя бы одно из поставленных условий не выполнено

6.1.2 семестр 3 | Решение задач

Описание процедуры.

Каждый студент получает индивидуальную задачу, которую решает самостоятельно. Решенные задачи сдаются на проверку на следующем занятии, проверяются преподавателем. Результаты решения обсуждаются на очередном занятии. Вопросы для контроля: Определяется темой.

Критерии оценивания.

Зачтено

Методика решения, последовательность расчета, погрешность расчета, используемые источники соответствуют рекомендуемым нормативным документам

Не зачтено

Хотя бы одно из поставленных условий не выполнено.

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-5.8	Уверенно пользуется технологиями и средствами проведения расчётов устойчивости электрических систем для решения задач автоматического управления. Способен выполнить экспертизы новых технологических решений для повышения устойчивости электроэнергетических систем. Демонстрирует навыки поиска и	Устное собеседование по теоретическим вопросам. Выполнение практических заданий. Доклад на научном семинаре

	отбора нормативно-технической документации для экспертизы решений по обеспечению нормативных требований к устойчивости электрических систем.	кафедры.
--	--	----------

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет – представляет собой определение уровня освоения студентами отдельной части или всего объема дисциплины (модуля) образовательной программы и проводится в форме, предусмотренной учебным планом.

Зачет принимается в последнюю неделю теоретического обучения, до начала экзаменационной сессии.

Студенты обязаны, согласно рабочей учебной программе, в установленные сроки выполнить все виды работ и заданий по СРС и отчитаться по всем контрольным вопросам. Форма отчета по контрольным вопросам может быть в виде устного или письменного ответа на вопросы, доклада, реферата, контрольных и расчетно-графических работ, выступлений на семинарских занятиях, отчетов по лабораторным работам, коллоквиумов и т.п.

Цель зачета - проверить выполнение студентами лабораторных и расчетно-графических работ, курсовых проектов и работ, усвоение учебного материала практических и семинарских занятий, выполнение учебных заданий в процессе производственной практики, усвоение теоретического материала по дисциплинам, не имеющим экзаменов.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности	Показывает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов.

7 Основная учебная литература

1. Чумаков Г. И. Изоляция и перенапряжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. И. Чумаков, 2011. - 76.
2. Чумаков Г. И. Техника высоких напряжений : учебное пособие / Г. И. Чумаков, И. Г. Насникова, 2019. - 197.

3. Техника высоких напряжений : программа и контрол. задание / Иркут. политехн. ин-т, 1985. - 16.
4. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2012. - 72.
5. Техника высоких напряжений : учебник для электроэнерг. спец. вузов / Под общ. ред. Д. В. Разевига, 1976. - 488.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Базуткин Виталий Васильевич. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электр. системах : учеб. для электроэнергет. спец. вузов / Виталий Васильевич Базуткин; Под общ. ред. Ларионова В. П., 1986. - 462.
2. Правила устройства электроустановок : все д. разд. 6 и 7 изд. с изм. и доп. по состоянию на 1 января 2012 г, 2012. - 487.
3. Перенапряжения в сетях 6-35 кВ / Фагим Ахмедзеевич Гиндуллин, В.Г. Гольдштейн, А.А. Дульзон, Ф.Х. Халилов, 1989. - 190.
4. Электрические станции и сети. Т. 13. Грозозащита подстанций и электрических машин высокого напряжения/М. В. Костенко, И. М. Богатенков, Ю. А. Михайлов, Ф. Х. Халилов / М. В. Костенко, И.М. Богатенков, Ю.А. Михайлов, Ф.Х. Халилов, 1987. - 111.
5. Титков В. В. Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов, 2016. - 224.

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 Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2008
2. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)
3. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
4. Office Professional 2003 Win32 Russian Disk Kit MVL

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 311899 Прибор для испытания электрической прочности УПУ-10

2. Испытательная поисковая система ИПС-32
3. Рефлектометр цифровой "Рейс-305"
4. Многофункциональный измеритель сопротивления изоляции Metrel MI 3200 TeraOhm 10kV
5. Аппарат высоковольтный испытательный СКАТ-70
6. Измеритель "Тангенс-2000"
7. Измеритель сопротивления, увлажненности и степени старения электроизоляции MIC-5000
8. Измеритель параметров электробезопасности мощных электроустановок MZC-310S