

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.11.2023 14:40:41

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f964704cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

имени академика М.Д. Миллионщикова

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор
И.Г. Гайрабеков



09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Изоляция и перенапряжение в электроэнергетических системах»

Направление подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль)

Возобновляемые источники энергии и установки на их основе

Квалификация

магистр

Грозный 2020 г.

1. Цели и задачи дисциплины

В результате освоения дисциплины «Изоляция и перенапряжение в электроэнергетических системах» магистрант приобретает знания, задач выявления оптимального процесса из числа прочих, сопоставляемых по критерию оптимальности. Определение оптимальной стратегии развития энергосистем - сооружение или реконструкция систем электроэнергетики и отдельных объектов и др.

Дисциплина нацелена на подготовку магистрантов к:

- научно-исследовательской, производственно-технологической и проектно-конструкторской работе в области высокоэффективных процессов и устройств перемещения в заданную точку пространства при обработке различных материалов и изделий из них, анализа и исследования характеристик устройств перемещения в объектах автоматизированных производств.
- модернизации существующих и разработке новых методов экспериментальных исследований исходя из конкретных технологических задач совершенствования процессов и устройств перемещения в заданную точку пространства при обработке различных материалов и изделий из них,
- решению научно-исследовательских и прикладных задач, возникающих при проектировании технологических процессов и оборудования для обработки и производства различной продукции,
- поиску и анализу профильной научно-технической информации, необходимой для решения конкретных инженерных задач, в том числе при выполнении междисциплинарных проектов.

2. Место дисциплины в структуре магистерской программы

Дисциплина «Изоляция и перенапряжение в электроэнергетических системах» относится к специальным дисциплинам вариативной части профессионального цикла. Дисциплина опирается на дисциплины «Приемники и потребители электроэнергии в системах электроснабжения», «Управление качеством электроэнергии», «Электроснабжение автономных потребителей».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

При изучении дисциплины «Изоляция и перенапряжение в электроэнергетических системах» формируются следующие компетенции:

общепрофессиональные:

- способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2);

профессиональные:

- способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности (ПК-1);

Выпускник, освоивший ОП направления подготовки магистров 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в соответствии с видом профессиональной деятельности, на который ориентирована программа магистратуры, должен решать следующие профессиональные задачи:

научно-исследовательская деятельность:

- анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с

использованием необходимых методов и средств исследований; создание математических моделей объектов профессиональной деятельности;

- разработка планов и программ проведения исследований;
- анализ и синтез объектов профессиональной деятельности;
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований;

проектно-конструкторская деятельность:

- разработка и анализ обобщенных вариантов решения проблемы;
- прогнозирование последствий принимаемых решений;
- нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности;
- планирование реализации проекта;
- оценка технико-экономической эффективности принимаемых решений; организационно-управленческая деятельность;

педагогическая деятельность:

- выполнение функций преподавателя при реализации образовательных программ в образовательных организациях; производственно-технологическая деятельность;

монтажно-наладочная деятельность:

- организация и участие в проведении монтажа и наладки электроэнергетического и электротехнического оборудования;

сервисно-эксплуатационная деятельность:

- организация эксплуатации и ремонта электроэнергетического и электротехнического оборудования.

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими общепрофессиональными компетенция:

№ п/п	Код, наименование профессиональной компетенции	Код, наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
1.	ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи. ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов. ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы

В результате освоения дисциплины магистрант должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

№ п/п	Код, наименование профессиональной компетенции	Код, наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
2.	ПК-1 Способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых	ПК-1.1. Методики планирования, подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований ПК-1.2 Планировать, подготавливать и

технологий, объектов профессиональной деятельности	выполнять типовые экспериментальные исследования по заданной методике ПК-1.3 навыки планирования, подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований по заданной методике.
--	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/зач.ед.	Семестр
		4
	ЗФО	ЗФО
Контактная работа (всего)	20/0,55	20/0,55
В том числе:		
Лекции	8/0,22	8/0,22
Практические занятия	12/0,33	12/0,33
Лабораторная работа		
Самостоятельная работа (всего)	88/2,4	88/2,4
В том числе:		
Рефераты	36/1	36/1
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>		
Подготовка к лабораторным работам		
Темы для самостоятельного изучения	52/1,44	52/1,44
Вид отчетности	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	108
	ВСЕГО в зачетных единицах	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лек.зан.	Часы лаб.зан.	Часы пр.зан.	Всего часов ЗФО
1	Введение	2	-	2	4
2	Грозовые перенапряжения	2	-	4	6
3	Влияние заземления нейтрали в сетях высокого напряжения на уровни возникающих перенапряжений	2	-	2	4
4	Внутренние перенапряжения	1	-	2	3
5	Изоляция электроустановок высокого напряжения	1	-	2	3
Всего		8	-	12	20

5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение	Назначение, виды и функции изоляции в электроустановках. Номинальные напряжения, наибольшие рабочие напряжения, перенапряжения. Перенапряжения, воздействующие на изоляцию в процессе эксплуатации, и их ограничения
2	Грозовые перенапряжения	Разряд молнии. Основные параметры молнии. Технические устройства для защиты от прямых ударов молнии и от волн перенапряжений, набегающих с линии: 1) стержневые и тросовые молниеотводы, их зоны защиты; 2) заземляющие устройства, их назначение, конструкции, стационарные и импульсные сопротивления заземления; 3) трубчатые и вентильные разрядники, их назначение, функции, характеристики и конструкции; 4) нелинейные ограничители перенапряжений.
3	Влияние заземления нейтрали в сетях высокого напряжения на уровни возникающих перенапряжений	<ul style="list-style-type: none"> - Процессы, определяющие режим заземления нейтрали электрической сети. - Ток однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Повышение напряжения на здоровых фазах при однофазном замыкании на землю. Напряжение несимметрии в нормальном режиме работы сети с изолированной нейтралью. - Компенсация емкостного тока однофазного замыкания на землю дугогасящим реактором (ДГР) и резонансное смещение нейтрали вследствие несимметрии сети с ДГР в нормальном режиме работы. - Ток однофазного короткого замыкания и напряжения на неаварийных фазах в сетях с глухозаземленной нейтралью. Применение сопротивлений в нейтралях трансформаторов сети. - Преимущества, недостатки, область применения различных режимов заземления нейтрали.

4	Внутренние перенапряжения	<ul style="list-style-type: none"> - Перенапряжения в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью. Дуговые перенапряжения в сетях с изолированной нейтралью. Теории Петерса и Слепяна, Петерсена, Белякова. Влияние ДГР и резисторов в нейтрали на дуговые перенапряжения. Меры защиты от дуговых перенапряжений. Феррорезонансные перенапряжения. Перенапряжения при коммутациях электрических двигателей. - Квazистационарные перенапряжения в сетях с глухозаземленной нейтралью. Повышение напряжения при одностороннем симметричном включении линии, влияние мощности системы, мощности и места установки шунтирующих реакторов, коронирования проводов ВЛ на перенапряжения. Перенапряжения при неполнофазном включении ВЛ. - Коммутационные перенапряжения в сетях с эффективно заземленной нейтралью. Перенапряжения при плановом включении ЛЭП и включении в цикле ТАПВ. Общая характеристики процесса ликвидации аварии с точки зрения возникающих перенапряжений. Статистические характеристики перенапряжений на различных стадиях процесса ликвидации аварии. Перенапряжения при отключениях ВЛ.
5	Изоляция электроустановок высокого напряжения	<ul style="list-style-type: none"> - Внешняя изоляция. Требования к изоляции. Вольт-секундные характеристики изоляции. Координация уровней изоляции с кратностью воздействующих перенапряжений и параметрами защитных аппаратов. Назначение и конструкция изоляции ВЛ и подстанций: штыревые, подвесные, опорные и проходные изоляторы. Выбор количества изоляторов в гирлянде и габаритов воздушных промежутков. Регулирование электрического поля во внешней изоляции. - Внутренняя изоляция. Функции, выполняемые внутренней изоляцией. Использование различных видов внутренней изоляции в электроустановках высокого напряжения: вводах, трансформаторов, крупных электрических машинах, кабелях, конденсаторах. ОРУ и ЗРУ. - Испытание изоляции. Испытание высоким напряжением, профилактические испытания (измерение тангенса дельта, сопротивления, емкости изоляции, измерение уровня частичных разрядов). Выбор диагностических параметров состояния изоляции различных установок высокого напряжения. Выбор величин испытательных напряжений, испытательные установки высокого напряжения, особенности измерений высокого напряжения.

5.3. Лабораторные занятия – не предусмотрены

5.4. Практические занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Расчет волновых процессов при перенапряжениях	Практическая работа №1
2	Грозоупорность воздушных линий	Практическая работа №2
3	Защита подстанций, электрических станций, ВЛ от прямых ударов молнии	Практическая работа №3
4	Определение импульсного сопротивления заземления РУ, молниеотводов, опор	Практическая работа №4
5	Выбор ОПН. Выбор места расположения ОПН на плане РУ, на схеме	Практическая работа №5
6	Определение длины защищенного подхода к ПС, электростанции	Практическая работа №6

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

6.1. Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Газовая изоляция и её применение в электроэнергетике.
2. Основные процессы и виды ионизации в газах.
3. Зависимость электрической прочности газов от различных факторов (давления, разряджения, введения посторонних веществ и др.).
4. Развитие разрядов в длинных воздушных промежутках при воздействии электрического поля.
5. Частичные разряды. Условия их возникновения, их воздействие на изоляцию.
6. Скользящий разряд. Условия возникновения. Его воздействие на изоляцию.
7. Коронный разряд. Условия его возникновения. Основные особенности. Способы снижения потерь мощности на корону и радиопомехи.
8. Частичные разряды в твердых, жидких и газообразных диэлектриках.

6.2. Рекомендуемая литература

1. Бочаров Ю.Н. Техника высоких напряжений : учебное пособие / Ю.Н. Бочаров, С.М. Дудкин, В.В. Титков. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2013. - 265 с. - ISBN 978-5-7422-3998-7. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/43976.html>.

2. Титков В.В. Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов : учебное пособие / В. В. Титков. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2011. - 185 с. - ISBN 978-5-7422-3487-6. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/43983.html>
3. Савина Н.В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них : учебное пособие / Н. В. Савина. - Благовещенск : Амурский государственный университет, 2015. - 191 с. - ISBN 2227-8397. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/103829.html>

7. Оценочные средства

Текущий контроль знаний студентов

Контроль за результатами выполнения практических работ осуществляется путем представления оформленных отчетов по исследованиям, проведенным на предыдущих занятиях. После сдачи отчетов по всем практическим работам студент получает допуск к экзамену.

Итоговый контроль: экзамен.

4 семестр

7.1. Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Общая характеристика перенапряжений.
2. Классификация перенапряжений.
3. Закономерности распространения электромагнитных волн перенапряжений.
4. Набегание электромагнитных волн перенапряжений на шины подстанции.
5. Прохождение электромагнитных волн перенапряжений через индуктивность.
6. Прохождение электромагнитных волн перенапряжений мимо ёмкости
7. Волновые процессы в многопроводной системе.
8. Прохождение электромагнитных волн перенапряжений вдоль провода, расположенного вблизи другого изолированного провода (трос-провод).
9. Распространение электромагнитных волн перенапряжений по двум параллельным проводам в системе из трёх проводов (2троса-провод).
10. Распространение электромагнитных волн перенапряжений по нескольким проводам одновременно.
11. Затухание и деформация электромагнитных волн перенапряжений.
12. Влияние импульсной короны на волновой процесс перенапряжений.
13. Молния как источник грозových перенапряжений.
14. Развитие молнии.
15. Основные параметры и электрические характеристики молнии.
16. Характеристика грозовой деятельности.
17. Эксплуатационные характеристики грозоупорности воздушных линий.
18. Прямой удар молнии в воздушную линию без тросов.
19. Прямой удар молнии в воздушную линию с тросом.
20. Определение удельного числа отключений ВЛ вследствие прямого удара молнии для линий с тросами и без них.

21. Индуктированные перенапряжения на ЛЭП.
22. Средства повышения грозоупорности ВЛ.
23. Молниеотводы, их принцип действия.
24. Конструктивное исполнение молниеотводов.
25. Конструктивное исполнение тросовых молниеотводов.
26. Зона защиты стержневых молниеотводов.
27. Зона защиты тросовых молниеотводов.
28. Условия безопасного прохождения тока молнии по молниеотводу.
29. Заземление в электроустановках высокого напряжения.
30. Заземление молниеотводов, опор.
31. Заземление подстанций.
32. Условия прохождения тока молнии по заземлителю.
33. Общая характеристика защитных аппаратов от перенапряжений и их анализ.
34. Длинноискровые разрядники.
35. Вентильные разрядники.
36. Группы вентильных разрядников и их электрические характеристики.
37. Комбинированные вентильные разрядники.
38. ОПН и их характеристики.
39. Выбор ОПН.
40. Расстановка ОПН на подстанции, электрической станции.
41. Защита подстанций от набегающих импульсов грозовых перенапряжений.
42. Типовые схемы молниезащиты подстанций.
43. Особенности молниезащиты подстанций различного уровня напряжения, присоединенных к воздушным линиям отпайками.
44. Молниезащита генераторных блоков и электрических машин.
45. Координация изоляции электрооборудования подстанции с защитными аппаратами.
46. Определение длин защищенных подходов к подстанции.
47. Грозоупорность подстанций.
48. Общая характеристика коммутационных перенапряжений.
49. Перенапряжение переходного процесса при отключении ёмкости ненагруженных линий.
50. Перенапряжение переходного процесса при включении разомкнутой линии.
51. Перенапряжение переходного процесса при АПВ.
52. Перенапряжение переходного процесса при отключении КЗ.
53. Перенапряжение переходного процесса при отключении малых индуктивных токов.
54. Общая характеристика установившихся перенапряжений в электропередачах.
55. Феррорезонансные перенапряжения в сети с изолированной нейтралью с падением провода.
56. Влияние насыщения силовых трансформаторов на повышение напряжения в системах с заземленной нейтралью.
57. Сравнительный анализ методов расчета коммутационных и установившихся перенапряжений.
58. Общая характеристика способов и средств ограничения внутренних перенапряжений.
59. Ограничение внутренних перенапряжений с помощью ОПН и выключателей двухступенчатого действия с шунтирующими сопротивлениями.
60. Основные принципы построения защит от коммутационных перенапряжений.
61. Испытательные установки и методы испытаний электрооборудования.
62. Основные методы диагностики изоляции.
63. Основы неразрушающих испытаний изоляции.
64. Использование абсорбционных явлений.
65. Контроль качества изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь.
66. Контроль изоляции по интенсивности частичных разрядов.
67. Тепловизионный контроль.

1. Правила вывода объектов электроэнергетики в ремонт и из эксплуатации / - Москва: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. - 20 с.
2. Титков В.В. Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов : учебное пособие / В.В. Титков. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2011. - 185 с.
3. Савина Н.В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них : учебное пособие / Н.В. Савина. - Благовещенск : Амурский государственный университет, 2015. - 191 с.

Дополнительная литература

1. Ушаков В.Я. Современные проблемы электроэнергетики : учебное пособие / В.Я. Ушаков. - Томск : Томский политехнический университет, 2014. - 447 с.
2. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие / А.Ф. Шаталов, И.Н. Воротников, М.А. Мастепаненко [и др.]. - Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2014. - 64 с.
3. Бартоломей П.И. Информационное обеспечение задач электроэнергетики : учебное пособие / П.И. Бартоломей, В.А. Тащилин. - Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 108 с.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При выполнении студентами лабораторных работ используются технические средства обучения (проектор, экран, доска, компьютеры, специализированное программное обеспечение).

Технические средства обучения сосредоточены в компьютерной лаборатории кафедры ЭЭП и используются при выполнении студентами практических работ (ауд. 1-29; 0-25; 0-29; 0-37).

Составитель:

Ст. преподаватель кафедры
«Электротехника и электропривод»



/Амхаев Т.Ш./

Согласовано:

Зав. кафедрой
«Электротехника и электропривод»



/Магомадов Р.А.-М./

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./