

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский, Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации
производственных процессов
Кафедра электромеханики им. А. Б. Зеленова



УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по
учебной работе
Д. В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Высоковольтные электрические аппараты
(наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код, наименование направления)

Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины: формирование теоретических знаний по классификации, принципу действия высоковольтных электрических аппаратов, применяемых при производстве и распределении электрической энергии, а также обеспечивающих защиту сетей и электрооборудования при аварийных режимах работы; ознакомление студентов с основными параметрами современных аппаратов высокого напряжения и методами их расчета, в том числе с использованием натуральных образцов аппаратов для закрытых распределительных устройств (ЗРУ) на классы потребительских напряжений $6 \div 10$ кВ.

Задачи изучения дисциплины: приобретение практических знаний по видам аппаратов высокого напряжения: коммутационных, ограничивающих и измерительных, структуре комплектных распределительных устройств (КРУ); изучение особенностей конструкций и принципа работы маломасляных, электромагнитных выключателей, высоковольтных предохранителей, трансформаторов тока, разрядников, токоограничивающих реакторов, а также области их применения и роли при распределении потоков электрической энергии потребителям.

Дисциплина направлена на формирование компетенций ОПК-3 и ПК-1 выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», «Элективные дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электрические машины и аппараты. Беспилотная техника»).

Дисциплина основывается на базе дисциплин: «Электротехнические материалы», «Электрические и электронные аппараты», «Общая энергетика».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Научно-исследовательская работа», преддипломная практика, ВКР по высоковольтным электрическим аппаратам.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с применением электрических аппаратов.

Курс является фундаментом для формирования навыков в последующей работе на предприятиях по специальности.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч. для групп ЭМАБП, 6 ак.ч. для группы ЭМАБП-з), практические занятия (18 ак.ч. для групп ЭМАБП, 6 ак.ч. для группы ЭМАБП-з) и самостоятельная работа студента (90 ак.ч. для групп ЭМАБП, 132 ак.ч. для группы ЭМАБП-з).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре для группы ЭМАБП и на 4 курсе в 8 семестре для группы ЭМАБП-з. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Высоковольтные электрические аппараты» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3	ОПК-3.1. Применяет соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Способен: – использовать методы анализа, расчета и моделирования электромеханических преобразователей энергии, электромеханических систем и их элементов; – проектировать электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии, электромеханические системы и их элементы в соответствии с техническим заданием, стандартами и нормативными требованиями, в том числе с использованием современных средств проектирования; – участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности, их энергоснабжении, в проектировании элементов систем управления; – применять методы автоматического управления при разработке электромеханических систем.	ПК-1	ПК-1.1. Демонстрирует знание основных характеристик, принципов действия и режимов работы электромеханических и электромагнитных преобразователей энергии, электромеханических систем и их элементов. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, проектирует электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии, электромеханические системы и их элементы. Применяет знания теории автоматического управления. ПК-1.2. Анализирует технические характеристики современных электрических машин и трансформаторов, электрических и электронных аппаратов, а также систем на их основе. Обосновывает выбор проектного решения, демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации, проводит технико-экономические расчеты. Разрабатывает системы электрического привода с применением методов автоматического управления. ПК-1.3. Рассчитывает и моделирует электромеханические системы и их элементы на базе стандартных пакетов прикладных программ. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений, оформляет результаты проектных работ в соответствии с техническим заданием, стандартами, техническими условиями и другим нормативным документами.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак. ч. по семестрам
		7
Аудиторная работа, в том числе:	54	54
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	90	90
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	0	0
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	0	0
Расчетно-графическая работа (РГР)	0	0
Реферат (индивидуальное задание)	0	0
Домашнее задание	6	6
Подготовка к контрольной работе	4	4
Подготовка к коллоквиумам	6	6
Аналитический информационный поиск	0	0
Работа в библиотеке	10	10
Подготовка к экзамену	28	28
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоёмкость дисциплины		
Ак. ч.	144	144
З. е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3 дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 (Общие сведения об аппаратах высокого напряжения, области применения и нормируемых параметрах);
- тема 2 (Конструкции, принцип действия и требования, предъявляемые к коммутационным аппаратам);
- тема 3 (Характеристика и основные параметры измерительных высоковольтных аппаратов: трансформаторов тока и трансформаторов напряжения);
- тема 4 (Характеристика и основные параметры ограничительных высоковольтных аппаратов: разрядников и реакторов);
- тема 5 (Комплектные распределительные устройства (КРУ) высокого напряжения).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблицах 5.1, 5.2 соответственно.

Таблица 5.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Общие сведения об аппаратах высокого напряжения, области применения и нормируемых параметрах	Классификация аппаратов высокого напряжения и краткая характеристика каждой группы аппаратов. Классы номинальных напряжений и соответствующие им испытательные напряжения. Расчет и выбор изоляционных промежутков в воздухе, элегазе, масле. Основные нормируемые параметры для высоковольтных выключателей согласно ГОСТ 687-98. Методы испытаний высоковольтных выключателей	10	Коммутационные аппараты высокого напряжения: общие сведения, области применения, технические параметры. Внешняя и внутренняя изоляция аппаратов высокого напряжения (АВН). Координация уровней внешней и внутренней изоляции.	4	–	–
2	Конструкции, принцип действия и требования, предъявляемые к коммутационным аппаратам	Конструкции, принцип действия и требования, предъявляемые к коммутационным аппаратам. Общая компоновка выключателей. Электрическая дуга в продольном потоке сжатого воздуха, элегазе, вакууме	10	Изучение высоковольтного электромагнитного выключателя серии ВЭ-6; мало-масляного выключателя серии ВК-10; высоковольтных трансформаторов тока	6	–	–
3	Характеристика и основные параметры измерительных высоковольтных аппаратов: трансформаторов тока и трансформаторов напряжения	Назначение, схема подключения электромагнитного трансформатора тока. Токовая, угловая и полная погрешности электромагнитного трансформатора тока. Назначение, схема подключения электромагнитного трансформатора напряжения	6	Изучение высоковольтных предохранителей	2	–	–

Продолжение таблицы 5.1

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
4	Характеристика и основные параметры ограничительных высоковольтных аппаратов: разрядников и реакторов	Реакторы. Общие сведения: принцип действия, схема подключения, векторная диаграмма, основные параметры, конструкции реакторов. Расчет индуктивности реактора. Электродинамическая стойкость реакторов. Изоляция реакторов. Разрядники. Назначение разрядников и требования к ним. Конструкции трубчатых и вентильных разрядников, схема подключения в сети. Защитные характеристики. Ограничители перенапряжения.	4	Изучение конструкции, принципа действия, технических характеристик и режимов работы высоковольтных разрядников	2	—	—
5	Комплектные распределительные устройства (КРУ) высокого напряжения	Комплектные распределительные устройства на классы напряжения (10 ÷ 35) кВ. Комплектные распределительные устройства на классы напряжения более 35 кВ с элегазом (КРУЭ). Конструктивное исполнение некоторых элементов КРУЭ.	6	Изучение конструкции, принципа действия, технических характеристик и области применения токоограничивающих реакторов	4	—	—
Всего аудиторных часов			36		18	—	—

Таблица 5.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Конструкции, принцип действия и требования, предъявляемые к коммутационным аппаратам	Классификация аппаратов высокого напряжения. Род установки аппаратов высокого напряжения, общие требования, предъявляемые к ним по нагреву, термической и электродинамической стойкости. Основные нормируемые параметры для высоковольтных выключателей согласно ГОСТ 687-98.	3	Изучение конструкции, принципа действия и основных характеристик высоковольтного маломасляного выключателя серии ВК-10	3	—	—
		Конструкции, принцип действия, параметры воздушных, элегазовых и вакуумных выключателей. Достоинства и недостатки этих выключателей и область применения. Комплектные распределительные устройства на классы напряжения (10÷35) кВ. Требования к конструкции и составу ячеек.	3	Изучение конструкции, принципа действия, технических характеристик и режимов работы высоковольтных трансформаторов тока	3	—	—
Всего аудиторных часов			6	—	6	—	—

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала

(https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf).

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-3, ПК-1	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 20 баллов;
- лабораторные работы – всего 70 баллов.
- контрольные работы – всего 10 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Высоковольтные электрические аппараты» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. 6.4), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашние задания

Студены очной и заочной формы обучения выполняют контрольную работу по имеющимся методическим указаниям.

6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

1. Аппараты высокого напряжения (АВН)

1. Как классифицируются аппараты высокого напряжения? Дайте краткую характеристику каждой группы.
2. Каковы требования к установке АВН по нагреву, термической и электродинамической стойкости? Какие существуют ряды номинальных токов и напряжений по ГОСТ 687-98?
3. Какие существуют классы номинальных напряжений и соответствующие им испытательные напряжения? В чем разница между внешней и внутренней изоляцией АВН? Как согласуются их уровни?
4. Как рассчитываются изоляционные промежутки в воздухе? Как учитывается степень неоднородности электрического поля?
5. Как определяются изоляционные расстояния в элегазе? Какое влияние оказывают давление, влага и покрытия изоляционных конструкций?
6. Как рассчитываются изоляционные расстояния в масле? Как влияют примеси, твердая изоляция и ее расположение относительно силовых линий поля?

2. Высоковольтные выключатели

7. Какие способы гашения дуги применяются в высоковольтных выключателях? Какие материалы используются?
8. Какие основные параметры нормируются для высоковольтных выключателей (номинальный ток отключения, циклы операций, требования к восстанавливающемуся напряжению)?
9. Какие параметры характеризуют стойкость выключателей при сквозных токах КЗ? Как оцениваются время действия, надежность, механический ресурс?
10. Какие методы испытаний применяются для высоковольтных выключателей? Какое оборудование используется?
11. Как устроены воздушные выключатели? Какие варианты дугогасительных устройств существуют? Как работает модульный принцип для высоких напряжений?
12. Как ведет себя дуга в продольном потоке сжатого воздуха? Каковы особенности скорости истечения воздуха, теплоотдачи и градиента напряжения?

3. Конструкции выключателей

13. Каковы особенности конструкции и принципа действия маломасляного выключателя ВК-10?
14. Как устроены токоведущие и контактные системы в выключателе ВК-10?
15. Какая кинематическая схема и механизмы применяются в ВК-10?
16. Как работает дугогасительное устройство в ВК-10?
17. Чем отличается конструкция и принцип действия электромагнитного выключателя ВЭ-6?
18. Как устроены токоведущие и контактные системы в ВЭ-6?
19. Какая кинематика и механизмы используются в ВЭ-6?
20. Как функционирует дугогасительное устройство ВЭ-6?
21. Как работают выключатели ВЭ-6 и ВК-10 в режиме АПВ?
22. Какие меры повышают стойкость контактных систем к токам КЗ?

4. Приводы и вспомогательные устройства

23. Какие приводы применяются в высоковольтных выключателях? Как они классифицируются?
24. Как устроены буферные и блокировочные устройства (на примере ВК-10)?

5. Трансформаторы тока и напряжения

25. Каково назначение и схема подключения трансформатора тока? Какие бывают конструктивные исполнения?
26. Как выглядит схема замещения и векторная диаграмма трансформатора тока? Каковы параметры идеального ТТ?
27. Какие погрешности есть у ТТ? Как их компенсируют? Какие классы точности существуют?
28. Как работает ТТ при КЗ с апериодической составляющей?
29. Как ведет себя ТТ в режиме АПВ и при разомкнутой вторичной обмотке?
30. Как устроены воздушные ТТ с интегрирующим усилителем?
31. Каковы особенности оптико-электронных ТТ для СВН?
32. Как работают ТТ для линий постоянного тока на основе дроссельного усилителя?
33. Каково назначение и схема подключения трансформатора напряжения? Как выглядит его схема замещения?
34. Какие параметры нормируются для трансформаторов напряжения?

6. Предохранители

35. Как классифицируются предохранители? Каковы их основные параметры по ГОСТ 2213-79?
36. Какие требования предъявляются к высоковольтным предохранителям?
37. Как строятся защитные характеристики предохранителей? В чем суть токоограничивающего эффекта?
38. Как устроены кварцenaполненные предохранители на 3–35 кВ?
39. Каковы особенности конструкции выхлопных предохранителей на >35 кВ?
40. Чем отличаются предохранители с автогазовым, газовым и жидкостным гашением?
41. Как рассчитываются основные параметры предохранителей?
42. Как проводятся испытания предохранителей по ГОСТ 2213-79?

7. Разрядники и ограничители перенапряжений

43. Каковы общие сведения о вентильных разрядниках?
44. Как классифицируются разрядники по ГОСТ 16357-83?
45. Какие требования предъявляются к вентильным разрядникам?

46. Как согласуются характеристики разрядника и защищаемого оборудования?
47. Каково назначение и схема подключения трубчатых разрядников?
48. Как устроены и работают трубчатые разрядники?
49. Какие материалы используются для нелинейных резисторов в разрядниках?
50. Как устроены и работают искровые промежутки первой группы?
51. Каковы особенности искровых промежутков второй группы?
52. Как работает разрядник серии РВП?
53. Какие новые тенденции есть в создании ОПН?
54. Каковы особенности разрядников постоянного тока?

8. Реакторы

55. Каково назначение токоограничивающих реакторов? Где они устанавливаются?
56. Какие требования предъявляются к реакторам?
57. Какие параметры нормируются для реакторов?
58. Как работает токоограничивающий реактор? Как распределяется напряжение в сети с реакторами при КЗ?
59. Как подключаются дугогасящие реакторы в сетях до 35 кВ? Как компенсируются емкостные токи?
60. Каковы особенности бетонных и маслонаполненных реакторов?

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Как классифицируются аппараты высокого напряжения? Дайте краткую характеристику каждой группы.
2. Каковы требования к установке АВН по нагреву, термической и электродинамической стойкости? Какие существуют ряды номинальных токов и напряжений по ГОСТ 687-98?
3. Какие существуют классы номинальных напряжений и соответствующие им испытательные напряжения? В чем разница между внешней и внутренней изоляцией АВН? Как согласуются их уровни?
4. Как рассчитываются изоляционные промежутки в воздухе? Как учитывается степень неоднородности электрического поля?
5. Как определяются изоляционные расстояния в элегазе? Какое влияние оказывают давление, влага и покрытия изоляционных конструкций?

6. Как рассчитываются изоляционные расстояния в масле? Как влияют примеси, твердая изоляция и ее расположение относительно силовых линий поля?
7. Какие способы гашения дуги применяются в высоковольтных выключателях? Какие материалы используются?
8. Какие основные параметры нормируются для высоковольтных выключателей (номинальный ток отключения, циклы операций, требования к восстанавливающемуся напряжению)?
9. Какие параметры характеризуют стойкость выключателей при сквозных токах КЗ? Как оцениваются время действия, надежность, механический ресурс?
10. Какие методы испытаний применяются для высоковольтных выключателей? Какое оборудование используется?
11. Как устроены воздушные выключатели? Какие варианты дугогасительных устройств существуют? Как работает модульный принцип для высоких напряжений?
12. Как ведет себя дуга в продольном потоке сжатого воздуха? Каковы особенности скорости истечения воздуха, теплоотдачи и градиента напряжения?
13. Каковы особенности конструкции и принципа действия маломасляного выключателя ВК-10?
14. Как устроены токоведущие и контактные системы в выключателе ВК-10?
15. Какая кинематическая схема и механизмы применяются в ВК-10?
16. Как работает дугогасительное устройство в ВК-10?
17. Чем отличается конструкция и принцип действия электромагнитного выключателя ВЭ-6?
18. Как устроены токоведущие и контактные системы в ВЭ-6?
19. Какая кинематика и механизмы используются в ВЭ-6?
20. Как функционирует дугогасительное устройство ВЭ-6?
21. Как работают выключатели ВЭ-6 и ВК-10 в режиме АПВ?
22. Какие меры повышают стойкость контактных систем к токам КЗ?
23. Какие приводы применяются в высоковольтных выключателях? Как они классифицируются?
24. Как устроены буферные и блокировочные устройства (на примере ВК-10)?
25. Каково назначение и схема подключения трансформатора тока? Какие бывают конструктивные исполнения?

26. Как выглядит схема замещения и векторная диаграмма трансформатора тока? Каковы параметры идеального ТТ?
27. Какие погрешности есть у ТТ? Как их компенсируют? Какие классы точности существуют?
28. Как работает ТТ при КЗ с апериодической составляющей?
29. Как ведет себя ТТ в режиме АПВ и при разомкнутой вторичной обмотке?
30. Как устроены воздушные ТТ с интегрирующим усилителем?
31. Каковы особенности оптико-электронных ТТ для СВН?
32. Как работают ТТ для линий постоянного тока на основе дроссельного усилителя?
33. Каково назначение и схема подключения трансформатора напряжения? Как выглядит его схема замещения?
34. Какие параметры нормируются для трансформаторов напряжения?
35. Как классифицируются предохранители? Каковы их основные параметры по ГОСТ 2213-79?
36. Какие требования предъявляются к высоковольтным предохранителям?
37. Как строятся защитные характеристики предохранителей? В чем суть токоограничивающего эффекта?
38. Как устроены кварцонаполненные предохранители на 3–35 кВ?
39. Каковы особенности конструкции выхлопных предохранителей на >35 кВ?
40. Чем отличаются предохранители с автогазовым, газовым и жидкостным гашением?
41. Как рассчитываются основные параметры предохранителей?
42. Как проводятся испытания предохранителей по ГОСТ 2213-79?
43. Каковы общие сведения о вентильных разрядниках?
44. Как классифицируются разрядники по ГОСТ 16357-83?
45. Какие требования предъявляются к вентильным разрядникам?
46. Как согласуются характеристики разрядника и защищаемого оборудования?
47. Каково назначение и схема подключения трубчатых разрядников?
48. Как устроены и работают трубчатые разрядники?
49. Какие материалы используются для нелинейных резисторов в разрядниках?
50. Как устроены и работают искровые промежутки первой группы?
51. Каковы особенности искровых промежутков второй группы?

- 52. Как работает разрядник серии РВП?
- 53. Какие новые тенденции есть в создании ОПН?
- 54. Каковы особенности разрядников постоянного тока?
- 55. Каково назначение токоограничивающих реакторов? Где они устанавливаются?
- 56. Какие требования предъявляются к реакторам?
- 57. Какие параметры нормируются для реакторов?
- 58. Как работает токоограничивающий реактор? Как распределяется напряжение в сети с реакторами при КЗ?
- 59. Как подключаются дугогасящие реакторы в сетях до 35 кВ? Как компенсируются емкостные токи?
- 60. Каковы особенности бетонных и маслонаполненных реакторов?

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Исследование высоковольтных электрических аппаратов / В.И. Лузгин, И.Е. Лоаптин и др. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020 – 92 с. – https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1742844763&tld=ru&lang=ru&name=978-5-7996-3094-2_2020.pdf

Дополнительная литература

1. Чунихин, А.А. Аппараты высокого напряжения [Текст]: Учеб. пособие для вузов / А.А.Чунихин, М.А.Жаворонков - М. :Энергоатомиздат, 1985.- 432 с. – <http://www.toroid.ru/chunihinAA.html> (дата обращения: 20.08.2024).

2. Электрические аппараты высокого напряжения [Текст]: Учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Электрические аппараты" / под ред. Г.Н. Александрова. – Л. : Энергоатомиздат, 1989. – 344 с. – <https://www.elec.ru/files/2023/05/04/alexandrovteoriaelap.pdf> (дата обращения: 20.08.2024).

3. Чунихин, А.А. Электрические аппараты [Текст]: Общий курс. Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергаториздат, 1988. – 720 с. – <https://www.elec.ru/viewer?url=files/2023/05/04/chunihinap.pdf> (дата обращения: 20.08.2024).

4. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций [Текст]./ Л.Д.Рожкова, В.С.Козулин – 3-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с. – https://www.elec.ru/viewer?url=files/2020/01/14/Rozhkova_L.D._Karneeva_L.K._CHirkova_T.V..PDF (дата обращения: 20.08.2024).

5. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть станций и подстанций [Текст]. – 2-е изд.- М.:Энергоатомиздат, 1986. – 640 с. – <https://djvu.online/file/o2OiVhlNRfSUH> (дата обращения: 20.08.2024).

6. Справочник по электрическим аппаратам высокого напряжения [Текст] / под ред. В.В. Афанасьева. – Л. : Энергоатомиздат, 1987. – 544 с. – <https://thelibrary.net/1720219-spravochnik-po-jelektricheskim-apparatam-vysokogo-naprjazhenija.html> (дата обращения: 20.08.2024).

7. Баптиданов, Л.Н. Электрооборудование электрических станций и подстанций [Текст] / Л.Н. Баптиданов, В.И.Тарасов. – Изд. 3-е, перераб., в 2 Т; Т1.- М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 408 с. –

<https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/el-seti-baptidanov/> (дата обращения: 20.08.2024).

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст : электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст : электронный.
3. Консультант студента :электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст : электронный.
4. Университетская библиотека онлайн :электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст : электронный.
5. IPR BOOKS :электронно-библиотечная система.—Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст : электронный.
6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) : официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. —Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<i>Лаборатория электротехнических материалов кафедры электромеханики им. А.Б. Зеленова ДонГТУ (Количество посадочных мест – 24 шт.)</i> Стол лабораторный для исследований электропроводности твердых диэлектриков – 1 шт. Стол лабораторный для исследования изоляции электрических кабелей высокого и низкого напряжения – 1 шт. Стол лабораторный для исследований поверхностного перекрытия изоляторов – 1 шт. Стол лабораторный для исследований электрической прочности твердых диэлектриков на постоянном напряжении – 1 шт. Стол лабораторный для исследований магнитных свойств сердечников трансформатора осциллографическим методом, исследования конденсаторов – 1 шт. Доска для написания мелом Наглядные пособия	ауд. <u>1232</u>

Лист согласования РПД

Разработал
доцент кафедры электромеханики
им. А. Б. Зеленова
(должность)


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. зав. кафедрой


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электромеханики им. А. Б. Зеленова от 22.08.2024 г.

Декан факультета


(подпись) В. В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника


(подпись) Л. Н. Комаревцева
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись) О. А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	