

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

И. Е. Кажекин

ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 631.371

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
М.С. Харитонов

Кажекин, И. Е.

Техника высоких напряжений: учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / **И. Е. Кажекин**. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 24 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины содержится рекомендация по изучению теоретического материала и самостоятельной подготовке, дано описание видов текущего контроля, критерии оценок и условия допуска к текущей и промежуточной аттестации.

Табл. – 2, список литературы – 3 наименования.

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 25.09.2023 г., протокол № 11

УДК 621.371

©Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Кажекин И.Е., 2023 г.

Оглавление

Введение	4
1 Тематический план дисциплины	8
2 Содержание дисциплины.....	8
Тема 1. Пробой газообразных диэлектриков.....	8
Тема 2. Пробой жидких диэлектриков	9
Тема 3. Пробой твердых диэлектриков.....	10
Тема 4. Формирование атмосферных разрядов.....	11
Тема 5. Атмосферные перенапряжения	12
Тема 6. Режимы нейтрали высоковольтных электросетей	13
Тема 7. Перенапряжения при однофазных замыканиях.....	13
Тема 8. Перенапряжения при коммутациях линий электропередачи.....	14
Тема 9. Перенапряжения при коммутации индуктивных токов	15
Тема 10. Резонансные перенапряжения	16
Тема 11. Феррорезонансные процессы	17
Тема 13. Испытание высоковольтной изоляции	18
Тема 14. Заземление в высоковольтных электроустановках	19
Тема 15. Аппараты защиты от перенапряжений.....	19
3 Методические указания по самостоятельной работе студентов	20
Заключение.....	22
Библиографический список.....	23

Введение

Дисциплина «Техника высоких напряжений» обеспечивает формирование у обучающихся знаний, умений и навыков для планирования, организации и осуществления управления режимами работы объектов профессиональной деятельности с учетом показателей эффективности.

Целью освоения дисциплины является знакомство с закономерностями процессов в электроустановках высокого напряжения.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление с основными закономерностями пробоев диэлектриков;
- изучение процессов формирования внешних и внутренних перенапряжений в электросистемах;
- изучение технических мероприятий по защите электрооборудования от воздействия перенапряжений;
- изучение основных подходов к диагностике высоковольтного оборудования.

По завершении изучения дисциплины «Техника высоких напряжений» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

Знать:

- физические процессы электрического пробоя в различных средах,
- принципы выполнения и испытания изоляции высокого напряжения;

Уметь:

- применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, систем электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики;
- формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой;

Владеть:

- навыками исследовательской работы; навыками проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; методами эксплуатации и испытаний изоляции высокого напряжения.

Текущая и промежуточная аттестация студентов

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания (для студентов всех форм обучения);

- задания и контрольные вопросы по темам лабораторных работ (для студентов всех форм обучения);
- задания и контрольные вопросы по темам практических занятий (для студентов всех форм обучения);
- задания для расчетно-графической работы и вопросы для ее защиты (для студентов очной формы обучения);
- задания для контрольной работы и вопросы для ее защиты (для студентов заочной формы обучения).

Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам по дисциплине приведены в соответствующем учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ.

Тестовые задания используются для оценки уровня освоения тем дисциплины студентами. Тестирование обучающихся может проводиться аудиторно или дистанционно с использованием ЭИОС университета. По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по четырехбалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Задания по темам практических занятий приведены в учебно-методическом пособии по практическим занятиям.

Задания по расчетно-графической работе и вопросы для ее защиты для студентов очной формы обучения приведены в учебно-методическом пособии для выполнения расчетно-графической работы. По итогам выполнения контрольной работы оценка выставляется по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Задания по контрольной работе и вопросы для ее защиты для студентов заочной формы обучения приведены в учебно-методическом пособии для выполнения контрольной работы. По итогам выполнения контрольной работы оценка выставляется по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проходит в форме ответа на экзаменационные вопросы, содержащиеся в экзаменационном билете. Перечень вопросов к экзамену приведен в фонде оценочных средств дисциплины. Оценка за экзамен выставляется по пятибалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные.
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Структура учебно-методического пособия

Структура учебно-методического пособия включает тематический план дисциплины, содержание каждой темы дисциплины, указания для самостоятельной работы студентов, библиографический список. По каждой теме дисциплины в учебно-методическом пособии приводятся: методические указания по проведению лекционных занятий, список рекомендуемой литературы и методические материалы к занятию.

1 Тематический план дисциплины

Темы занятий приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Разделы и темы занятий по дисциплине

№ п/п	Темы занятий по дисциплине
1	Тема 1. Пробой газообразных диэлектриков.
2	Тема 2. Пробой жидких диэлектриков
3	Тема 3. Пробой твердых диэлектриков
4	Тема 4. Формирование атмосферных разрядов
5	Тема 5. Атмосферные перенапряжения
6	Тема 6. Режимы нейтрали высоковольтных электросетей
7	Тема 7. Перенапряжения при однофазных замыканиях
8	Тема 8. Перенапряжения при коммутациях линий электропередачи
9	Тема 9. Перенапряжения при коммутации индуктивных токов
10	Тема 10. Резонансные перенапряжения
11	Тема 11. Феррорезонансные процессы
12	Тема 12. Элементы высоковольтной изоляции
13	Тема 13. Испытание высоковольтной изоляции
14	Тема 14. Заземление в высоковольтных электроустановках
15	Тема 15. Аппараты защиты от перенапряжений

Примечание: Чтение лекций осуществляется традиционным способом с использованием технических средств обучения.

2 Содержание дисциплины

Тема 1. Пробой газообразных диэлектриков.

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Ионизация газов.
2. Виды разрядов в газе.
3. Закон Пашена.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Классификация электрических полей по степени неоднородности.
2. Что такое длина свободного пробега электрона?
3. Что такое энергия возбуждения атома и энергия ионизации?
4. Дать определение понятию процесса рекомбинации.
5. Дать определение понятию «лавина электронов».
6. Что такое эффективный электрон?
7. Чем отличается самостоятельный разряд от несамостоятельного?
8. Условия возобновления лавинных процессов.
9. Условие лавинно-стримерного перехода.
10. Виды ионизации газообразных диэлектриков.
11. Виды эмиссии электронов
12. Стримерная форма разряда
13. Искровой разряд
14. Проводимость искрового разряда
15. Лидерный разряд
16. Электропроводность газов
17. Закон Пашена
18. Униполярный коронный разряд при постоянном напряжении
19. Биполярный коронный разряд при постоянном напряжении
20. Коронный разряд при переменном напряжении

Рекомендуемая литература:

1. Важев, В. Ф. Техника высоких напряжений: учеб. / В. Ф. Важев, В. А. Лавринович. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 262 с.

Тема 2. Пробой жидких диэлектриков

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма

проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Классификация жидких диэлектриков.
2. Влияние различных факторов на пробой жидких диэлектриков.
3. Механизм пробоя жидких диэлектриков.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Влияние влаги и примесей на пробой жидких диэлектриков
2. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков
3. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков
4. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков
5. Влияние геометрии электродов и расстояния между ними на пробой жидких диэлектриков
6. Влияние барьера из твердого диэлектрика на пробой жидких диэлектриков
7. Механизм пробоя жидких диэлектриков

Рекомендуемая литература:

1. Вахов, В. Ф. Техника высоких напряжений: учеб. / В. Ф. Вахов, В. А. Лавринович. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 262 с.

Тема 3. Пробой твердых диэлектриков

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Виды пробоя твердых диэлектриков.
2. Влияние различных факторов на пробой твердых диэлектриков.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Виды пробоя твердых диэлектриков
2. Влияние времени приложения напряжения на пробой твердых диэлектриков
3. Влияние температуры на пробой твердых диэлектриков
4. Механизм электрического пробоя твердых диэлектриков
5. Тепловой пробой твердых диэлектриков
6. Процесс старения твердых диэлектриков
7. Пробой твердых диэлектриков по поверхности в виде скользящего разряда
8. Перекрытие твердого увлажненного или загрязненного изолятора
9. Длительная электрическая прочность твердых диэлектриков

Рекомендуемая литература:

1. Вазов, В. Ф. Техника высоких напряжений: учеб. / В. Ф. Вазов, В. А. Лавринович. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 262 с.

Тема 4. Формирование атмосферных разрядов

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Основные показатели грозовой активности.
2. Формирование зарядов в грозовых облаках.
3. Форма и основные параметры грозового импульса.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Процесс формирования грозового разряда
2. Форма грозового импульса

Рекомендуемая литература:

1. Вазов, В. Ф. Техника высоких напряжений: учеб. / В. Ф. Вазов, В. А. Лавринович. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 262 с.

Тема 5. Атмосферные перенапряжения

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Виды воздействия молнии на изоляцию.
2. Волновые процессы при атмосферных перенапряжениях.
3. Виды молниеотводов.
4. Аппараты защиты от атмосферных перенапряжений.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Механизмы формирования перенапряжений при атмосферных разрядах
2. Защитные мероприятия от атмосферных перенапряжений
3. Аппараты защиты от перенапряжений
4. Описание волновых процессов при атмосферных перенапряжениях
5. Преломление и отражение волн в узловых точках при атмосферных перенапряжениях
6. Волновые процессы в трансформаторах при атмосферных перенапряжениях
7. Виды молниеотводов
8. Методы расчета зон защиты от прямого удара молнии

Рекомендуемая литература:

1. Лавров, Ю. А. Молниезащита: учебное пособие / Ю. А. Лавров, Н. Ф. Петрова. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 138 с. — ISBN 978-5-7782-4632-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/306296> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Тема 6. Режимы нейтрали высоковольтных электросетей

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Режимы нейтрали в электросетях средних классов напряжения.
2. Заземление нейтрали в электросетях высоких классов напряжений

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Принцип действия катушки Петерсена
2. Влияние резистора, включенного в нейтраль, на установившийся ток однофазного замыкания
3. Вывод выражения для установившегося тока однофазного замыкания в электросетях с изолированной нейтралью

Рекомендуемая литература:

1. Невретдинов, Ю. М. Переходные процессы и перенапряжения: учебное пособие / Ю. М. Невретдинов, Г. П. Фастий. — Мурманск: МГТУ, 2017. — 180 с. — ISBN 978-5-86185-915-8. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142622> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Тема 7. Перенапряжения при однофазных замыканиях

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Однофазные замыкания на землю в электросетях с изолированной нейтралью.
2. Гипотезы формирования перенапряжений при однофазных замыканиях.
3. Влияние режима нейтрали на перенапряжения при однофазных замыканиях.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Механизм развития максимальных перенапряжений при однофазных замыканиях в электросети с изолированной нейтралью согласно теории Петерсена
2. Механизм развития максимальных перенапряжений при однофазных замыканиях в электросети с изолированной нейтралью согласно теории Петерса и Слепяна
3. Механизм развития максимальных перенапряжений при однофазных замыканиях в электросети с изолированной нейтралью согласно теории Белякова
4. Перенапряжения при однофазных замыканиях в электросети с компенсированной нейтралью
5. Перенапряжения при однофазных замыканиях в электросети с резистивной нейтралью

Рекомендуемая литература:

1. Невретдинов, Ю. М. Переходные процессы и перенапряжения : учебное пособие / Ю. М. Невретдинов, Г. П. Фастий. — Мурманск: МГТУ, 2017. — 180 с. — ISBN 978-5-86185-915-8. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142622> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Тема 8. Перенапряжения при коммутациях линий электропередачи.

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Коммутация емкостных токов.
2. Перенапряжения при плановых включениях линии.

3. Отключения линий электропередачи.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Перенапряжения при отключении ненагруженных линий
2. Характер изменения напряжения при плановых включениях линий
3. Влияние скорости контактов на перенапряжения при включениях линии
4. Мероприятия по снижению перенапряжений при включении линий

Рекомендуемая литература:

1. Невретдинов, Ю. М. Переходные процессы и перенапряжения: учебное пособие / Ю. М. Невретдинов, Г. П. Фастий. — Мурманск: МГТУ, 2017. — 180 с. — ISBN 978-5-86185-915-8. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142622> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита: учебное пособие для вузов / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-8796-7. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180871> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Тема 9. Перенапряжения при коммутации индуктивных токов

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Перенапряжения при отключениях малых индуктивных токов.
2. Перенапряжения при отключениях реакторов, трансформаторов, электрических машин.
3. Перенапряжения при среде тока в дугогасящем реакторе.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Перенапряжения при отключении малых индуктивных токов
2. Перенапряжения при срезе тока в дугогасящем реакторе

Рекомендуемая литература:

1. Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита: учебное пособие для вузов / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-8796-7. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180871> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Тема 10. Резонансные перенапряжения

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Перенапряжения в линиях с продольной компенсацией.
2. Резонансные перенапряжения в электросети с дугогасящей катушкой.
3. Параметрический резонанс

Вопросы для самоконтроля по теме:

10. Факторы, влияющие на резонансные перенапряжения при несимметричных коротких замыканиях.
11. Чем обусловлен параметрический резонанс?

Рекомендуемая литература:

1. Важев, В. Ф. Техника высоких напряжений : учеб. / В. Ф. Важев, В. А. Лавринович. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 262 с.

2. Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие для вузов / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-8796-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180871> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Тема 11. Феррорезонансные процессы

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Феррорезонанс на высших и низших гармониках.
2. Формирование феррорезонансных процессов в линиях электропередачи.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Условия возникновения феррорезонанса
2. Причины возникновения феррорезонанса в электросетях средних классов напряжения
3. Причины возникновения феррорезонанса в электросетях высокого напряжения
4. Вольт-амперные характеристики феррорезонансного контура

Рекомендуемая литература:

1. Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита: учебное пособие для вузов / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-8796-7. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180871> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Тема 12. Элементы высоковольтной изоляции

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Линейные изоляторы.
2. Станционно-аппаратные изоляторы.
3. Изоляция трансформаторов и вращающихся машин.
4. Изоляция кабелей.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Назначение и конструктивные особенности изоляции воздушных ЛЭП.
2. Высоковольтные вводы.
3. Виды и особенности кабельной изоляции.

Рекомендуемая литература:

1. Важов, В. Ф. Техника высоких напряжений: учеб. / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 262 с.

Тема 13. Испытание высоковольтной изоляции

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Методы и устройства получения высоковольтного испытательного напряжения.
2. Измерение высокого напряжения.
3. Диагностические параметры изоляции.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Примеры неразрушающих методов испытания изоляции
2. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь
3. Оценка состояния изоляции по частичным разрядам
4. Схемы выпрямления тока высокого напряжения в испытательных установках
5. Способы создания повышенного испытательного переменного напряжения
6. Генератор импульсов напряжения

7. Измерение высокого напряжения.

Рекомендуемая литература:

1. Важев, В. Ф. Техника высоких напряжений: учеб. / В. Ф. Важев, В. А. Лавринович. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 262 с.

Тема 14. Заземление в высоковольтных электроустановках

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Общие сведения о заземлении.
2. Импульсные характеристики заземлителей.
3. Заземление молниезащиты

Вопросы для самоконтроля по теме:

6. Виды заземления.
7. Обосновать отличия характеристик заземлителей при протекании по ним импульса молнии.

Рекомендуемая литература:

1. Важев, В. Ф. Техника высоких напряжений: учеб. / В. Ф. Важев, В. А. Лавринович. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 262 с.

Тема 15. Аппараты защиты от перенапряжений

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Искровые промежутки и роговые разрядники.
2. Трубчатые разрядники.
3. Вентильные разрядники.
4. Нелинейные ограничители перенапряжений.
5. Длинно-искровые разрядники.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Принцип действия разрядников.
2. Принцип действия ограничителя перенапряжения нелинейного.
3. Параметры ограничителя перенапряжения нелинейного

Рекомендуемая литература:

1. Савина, Н. В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них: учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск: АмГУ, 2015. — 191 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156473> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3 Методические указания по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, является одним из основных видов деятельности обучающихся. Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение лекционного материала и первоисточников, подготовку ко всем видам аудиторных занятий, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Целью самостоятельной работы является более глубокое изучение студентами отдельных вопросов дисциплины с использованием рекомендуемой дополнительной литературы и других информационных источников.

Задачами самостоятельной работы обучающихся являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать научно-техническую, нормативную и справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, ответственности и организованности.

Основными формами внеаудиторной самостоятельной работы, используемыми при изучении дисциплины «Техника высоких напряжений», являются:

- изучение программного материала дисциплины (работа с учебником, конспектом лекции и иными информационными ресурсами);
- изучение и конспектирование рекомендуемых источников;
- работа с электронными информационными ресурсами (ЭИОС КГТУ) и ресурсами Internet;
- работа с компьютерными программами;
- получение консультаций по вопросам изучаемой дисциплины (аудиторно, в дни консультаций по расписанию; в любой доступной форме в электронной образовательной среде ЭИОС КГТУ и другими доступными способами);
- поиск (подбор) литературы (в том числе электронных источников информации) по заданной теме;
- подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации обучающиеся могут воспользоваться электронной библиотекой Университета, где имеется возможность получить доступ к учебно-методическим материалам как библиотеки Университета, так и иных электронных библиотечных систем. Также студенты могут взять на дом необходимую литературу на абонементе или воспользоваться читальным залом. Ответы на вопросы, выносимые для самостоятельного изучения (повторения), должны быть кратко законспектированы в тетради для лекций. При подготовке к лабораторным работам студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, а также вопросы, выносимые для самостоятельного изучения.

Заключение

В учебно-методическом пособии даны рекомендации по изучению дисциплины «Техника высоких напряжений». Объем сведений, рассматриваемых на аудиторных занятиях по данной дисциплине, обеспечивает формирование базового уровня знаний и умений студентов и предполагает значительный объем самостоятельной работы для более широкого и качественного освоения основных тем дисциплины.

В пособии содержатся рекомендации по изучению теоретического материала и самостоятельной подготовке. Знания, умения и навыки в соответствующем разделе электроэнергетики и электротехники, приобретенные в ходе изучения дисциплины, позволят будущим специалистам в дальнейшем успешно решать практические задачи в профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Важов, В. Ф. Техника высоких напряжений: учеб. / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович. - Москва: ИНФРА-М, 2017. - 262 с.
2. Невретдинов, Ю. М. Переходные процессы и перенапряжения: учебное пособие / Ю. М. Невретдинов, Г. П. Фастий. — Мурманск : МГТУ, 2017. — 180 с. — ISBN 978-5-86185-915-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142622> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита: учебное пособие для вузов / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-8796-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180871> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Савина, Н. В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них: учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2015. — 191 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156473> (дата обращения: 20.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Локальный электронный методический материал

Илья Евгеньевич Кажекин

ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Редактор И. В. Голубева

Уч.-изд. л. 1,7. Печ. л. 1,5.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1