



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
«ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ»

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ИНСТИТУТ

морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК

кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции | Дисциплина | Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции |
|---|--|----------------------------|---|
| ПК-3: Способен определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности | ПК-3.6: Определяет параметры высоковольтного оборудования электроэнергетических систем и сетей | Техника высоких напряжений | <p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - физические процессы электрического пробоя в различных средах, - принципы выполнения и испытания изоляции высокого напряжения; <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками исследовательской работы; навыками проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; методами эксплуатации и испытаний изоляции высокого напряжения |

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

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

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;

- задания и контрольные вопросы по темам лабораторных работ;
- задания для практических занятий;
- задания и контрольные вопросы по расчетно-графической работе;
- задания по контрольной работе.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- вопросы к экзамену.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания используются для оценки освоения тем дисциплины студентами. Тестирование обучающихся проводится на занятиях после изучения на лекциях соответствующих разделов. В приложении № 1 приведены типовые тестовые задания.

По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по пятибалльной шкале в следующем порядке при правильных ответах на:

- 85–100 % заданий – оценка «5» (отлично);
- 70–84 % заданий – оценка «4» (хорошо);
- 51–69 % заданий – оценка «3» (удовлетворительно);
- менее 50 % – оценка «2» (неудовлетворительно).

3.2 В приложении № 2 приведены типовые задания и контрольные вопросы по темам лабораторных работ, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Целью лабораторного практикума является закрепление знаний и умений, полученных на лекционных и практических занятиях. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике лабораторной работы.

3.3 В приложении № 3 приведены задания и контрольные вопросы по расчетно-графической работе.

3.4 В приложении № 4 приведены задания по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения). В процессе выполнения контрольной работы студент закрепляет навыки, полученные в ходе изучения дисциплины.

Руководство контрольной работой осуществляется преподавателем, читающим соответствующую дисциплину, и заключается в консультациях, контроле качества и хода поэтапного выполнения работы студентом.

Выполнение контрольной работы является самостоятельным видом учебного процесса. Студент несет полную ответственность за полученные результаты, принятые решения и окончание работы в назначенный срок.

Результат работы учитывается при промежуточной аттестации по дисциплине.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проходит в форме ответа на экзаменационные вопросы. Перечень вопросов к экзамену приведен в приложении № 6. Допуск студентов к экзамену осуществляется при условии выполнения и защиты всех лабораторных работ с учетом результатов текущего контроля успеваемости.

Таблица 2 – 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 | В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации | В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые | В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование |

| | | | | |
|--|---|---|--|--|
| | из имеющихся у него сведений | | релевантные задаче данные | ние новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые курсы поставленной задачи |
| 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 |

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Техника высоких напряжений» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022 г.)

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

Приложение № 1

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Вариант №1

| | |
|---|--|
| <i>1. К внешней изоляции относятся:</i> | |
| 1. Изоляция обмоток | 2. Герметизированная изоляция вводов |
| 3. Воздушные промежутки | 4. Сочетание жидкого и твердого диэлектриков |
| <i>2. ВСХ изоляции:</i> | |
| 1. Зависимость максимального тока разряда от времени действия импульса | 2. Зависимость минимального напряжения от времени формирования разряда |
| 3. Зависимость максимального напряжения от времени ожидания разряда | 4. Зависимость максимального напряжения разряда от времени действия импульса |
| <i>3. Для того чтобы повысить разрядное напряжение в однородном электрическом поле по поверхности диэлектрика необходимо:</i> | |
| 1. Уменьшить зазор между диэлектриком и электродом | 2. Увеличить зазор между диэлектриком и электродом |
| 3. Уменьшить поверхность и сделать ее гладкой | 4. Использовать более гигроскопичные диэлектрики |
| <i>4. Хвостом волны называется:</i> | |
| 1. Участок ВСХ, где напряжение растет | 2. Участок ВСХ, где происходит спад напряжения |
| 3. Участок ВСХ, где напряжение принимает максимальное значение | 4. Участок ВСХ, где напряжение равно нулю |
| <i>5. Типы изоляторов по назначению:</i> | |
| 1. Высоковольтные и низковольтные | 2. Опорные, подвесные и проходные |
| 3. Линейные и нелинейные | 4. Внешние и внутренние |
| <i>6. Материалы, применяемые для изготовления изоляторов:</i> | |
| 1. Пластмасса, бетон | 2. Алюминий, свинец |
| 3. Фарфор, стекло | 4. Резина, асбест |
| <i>7. Изоляторы, которые применяются в ЗРУ и ОРУ для крепления на них токоведущих шин или контактных деталей:</i> | |
| 1. Гирлянды изоляторов | 2. Опорно-штыревые изоляторы |
| 3. Штыревые линейные изоляторы | 4. Опорно-стержневые изоляторы |
| <i>8. Изоляторы, используемые на воздушных ЛЭП 35кВ и выше:</i> | |
| 1. Гирлянды изоляторов | 2. Подвесные тарельчатые изоляторы |

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 3. Штыревые линейные изоляторы | 4. Опорно-стержневые изоляторы |
|--------------------------------|--------------------------------|

9. Изоляторы, которые применяются для изоляции токоведущих частей при прохождении их через стены, потолки и другие элементы конструкций РУ и аппаратов:

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Проходные изоляторы | 2. Опорно-штыревые изоляторы |
| 3. Штыревые линейные изоляторы | 4. Опорно-стержневые изоляторы |

10. Большинство видов внутренней изоляции принадлежит к группе:

| | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Самовосстанавливающейся изоляции | 2. Не самовосстанавливающейся изоляции |
| 3. Жидких и твердых диэлектриков | 4. Масло-барьерной изоляции |

11. Электрические поля во внутренней изоляции характеризуются коэффициентом:

| | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Коэффициентом абсорбции | 2. Коэффициентом чувствительности |
| 3. Коэффициентом однородности | 4. Коэффициентом неоднородности |

12. Основа бумажно-масляной изоляции:

| | |
|---------------------------|-----------------------|
| 1. Твердые диэлектрики | 2. Кабельное масло |
| 3. Трансформаторное масло | 4. Жидкие диэлектрики |

13. Вид внутренней изоляции, подразделяемый на органическую и неорганическую изоляцию:

| | |
|------------------------------|---------------------|
| 1. Масло-барьерная изоляция | 2. Твердая изоляция |
| 3. Бумажно-масляная изоляция | 4. Газовая изоляция |

14. Вид внутренней изоляции, который отличается очень малыми диэлектрическими потерями и практически не изменяет своих свойств в процессе эксплуатации:

| | |
|------------------------------|---------------------|
| 1. Масло-барьерная изоляция | 2. Твердая изоляция |
| 3. Бумажно-масляная изоляция | 4. Газовая изоляция |

15. Вид внутренней изоляции, который используется в качестве главной изоляции в силовых трансформаторах, автотрансформаторах и реакторах:

| | |
|------------------------------|---------------------|
| 1. Масло-барьерная изоляция | 2. Твердая изоляция |
| 3. Бумажно-масляная изоляция | 4. Газовая изоляция |

16. Постепенное ухудшение свойств изоляции в процессе эксплуатации, называется:

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Износом изоляции | 2. Пробоем изоляции |
| 3. Старением изоляции | 4. Деформацией изоляции |

17. Количество видов старение изоляции:

| | |
|------|------|
| 1. 2 | 2. 3 |
| 3. 4 | 4. 5 |

| | |
|---|------------------------------------|
| <i>18. Основная причина электрического старения изоляции:</i> | |
| 1. Появление положительных и отрицательных импульсов | 2. Появление пробивного напряжения |
| 3. Появление электромагнитных импульсов | 4. Появление частичных разрядов |

| | |
|--|--|
| <i>19. Перенапряжением называется:</i> | |
| 1. Любое напряжение, превышающее амплитуду наибольшего рабочего напряжения на изоляции элементов электрической системы | 2. Любое напряжение, превышающее амплитуду наименьшего рабочего напряжения на изоляции элементов электрической системы |
| 3. Любое напряжение, превышающее амплитуду пробивного напряжения на изоляции элементов электрической системы | 4. Любое напряжение, превышающее амплитуду среднего рабочего напряжения на изоляции элементов электрической системы |

| | |
|---|---------------------------------|
| <i>20. Виды внутреннего перенапряжения:</i> | |
| 1. Грозовые и коммутационные | 2. Коммутационные и резонансные |
| 3. Грозовые и резонансные | 4. Разрядные и испытательные |

| | |
|---|-------------|
| <i>21. Перенапряжения, относящиеся к внешним перенапряжениям:</i> | |
| 1. Резонансные | 2. Грозовые |
| 3. Коммутационные | 4. Фазные |

| | |
|---|-------------------|
| <i>22. Перенапряжения, которые вызываются переходными процессами:</i> | |
| 1. Фазные | 2. Междофазные |
| 3. Грозовые | 4. Коммутационное |

| | |
|--|---------------------|
| <i>23. Перенапряжения, имеющие наибольшее практическое значение и воздействующие на изоляцию токоведущих частей:</i> | |
| 1. Фазные | 2. Междофазные |
| 3. Междуконтактные | 4. Внутриобмоточные |

| | |
|---|----------------|
| <i>24. Вид перенапряжений, к которому относятся перенапряжения при АПВ линий:</i> | |
| 1. Разрядные | 2. Резонансные |
| 3. Коммутационные | 4. Внешние |

| | |
|--|-------------------------------|
| <i>25. Электрический разряд между облаком и землей или между облаками, называется:</i> | |
| 1. Гром | 2. Атмосферные перенапряжения |
| 3. Дождь | 4. Молния |

| | |
|--|---------------------|
| <i>26. Начальная стадия развития молнии:</i> | |
| 1. Главный разряд | 2. Лидер |
| 3. Канал | 4. Частичный разряд |

27. Процесс формирования молнии, который сопровождается сильным свечением, а ток молнии достигает при этом от 10 до 200 кА:

| | |
|-------------------|---------------------|
| 1. Главный разряд | 2. Лидер |
| 3. Канал | 4. Частичный разряд |

28. Величина тока молнии:

| | |
|-----------------|-----------------|
| 1. 10 – 50 кА | 2. 50 – 200 кА |
| 3. 200 – 500 кА | 4. 500 – 700 кА |

29. Явление распространения в окружающем воздухе ударной волны, имеющей на своем фронте высокое давление называется:

| | |
|----------|-------------------------------|
| 1. Гром | 2. Атмосферные перенапряжения |
| 3. Дождь | 4. Молния |

30. Кратковременное повышение напряжения в электроустановке, возникающее при грозовых разрядах:

| | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Коммутационные перенапряжения | 2. Атмосферные перенапряжения |
| 3. Резонансные перенапряжения | 4. Внешние перенапряжения |

Вариант № 2

1. К рабочему заземлению относится:

| | |
|--|--|
| 1. Тросы, стержневые молниеотводы | 2. Кожухи приборов и электроаппаратов |
| 3. Горизонтальные и вертикальные электроды | 4. Заземление нейтрали трансформатора, дугогасящих катушек и электрических аппаратов |

2. Простейшее защитное устройство от внутренних перенапряжений:

| | |
|------------------------|----------------|
| 1. Заземлитель | 2. Изолятор |
| 3. Искровой промежуток | 4. Молниеотвод |

3. Устройство, обеспечивающее не только защиту изоляции от перенапряжений, но и гашение электрической дуги в течение времени, меньшего, чем время действия релейной защиты:

| | |
|----------------|----------------|
| 1. Разрядник | 2. Молниеотвод |
| 3. Заземлитель | 4. Изолятор |

4. Виды разрядников:

| | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Внешние и внутренние | 2. Трубчатые и вентильные |
| 3. Грозовые и атмосферные | 4. Проходные и подвесные |

5. Основной элемент вентильного разрядника:

| | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Однократный искровой промежуток | 2. Многократный искровой промежуток |
|------------------------------------|-------------------------------------|

| | |
|--|---|
| | ток и параллельно соединенный с ним резистор с нелинейной ВАХ |
| 3. Резистор, соединенный последовательно с однократным искровым промежутком и имеющий линейную ВАХ | 4. Многократный искровой промежуток и последовательно соединенный с ним резистор с нелинейной ВАХ |

| | |
|--|----------------|
| <i>6. Устройства, осуществляющие защиту от прямых ударов молнии:</i> | |
| 1. Разрядник | 2. Молниевывод |
| 3. Заземлитель | 4. Изолятор |

| | |
|--|----------------------------------|
| <i>7. Молниевыводы по типу молниеприемников подразделяются на:</i> | |
| 1. Трубчатые и вентильные | 2. Внешние и внутренние |
| 3. Стержневые и тросовые | 4. Горизонтальные и вертикальные |

| | |
|----------------------------------|---------------------------|
| <i>8. Виды заземлителей:</i> | |
| 1. Внешние и внутренние | 2. Трубчатые и вентильные |
| 3. Вертикальные и горизонтальные | 4. Проходные и подвесные |

| | |
|--|---|
| <i>9. Величина, характеризующая эффективность защиты электрооборудования подстанций от перенапряжений, называется:</i> | |
| 1. Числом ударов молнии в подстанцию за 100 грозовых часов | 2. Числом грозовых часов |
| 3. Средним годовым числом перекрытий изоляции | 4. Вероятностью прорыва молнии в зону защиты подстанции |

| | |
|--|---|
| <i>10. Величина кратности перенапряжений:</i> | |
| 1. Отношение амплитуды напряжения установившегося режима к амплитуде наибольшего рабочего напряжения | 2. Отношение максимального значения перенапряжения к амплитуде установившихся перенапряжений |
| 3. Отношение максимального значения перенапряжения к амплитуде наибольшего рабочего напряжения | 4. Отношение амплитуды установившихся перенапряжений к максимальному значению рабочего напряжения |

| | |
|--|-------------------------------|
| <i>11. Явление «срез» тока НЕ возникает при использовании:</i> | |
| 1. Вакуумных выключателей | 2. Элегазовых выключателей |
| 3. Воздушных выключателей | 4. Заземляющих разъединителей |

| | |
|--|---|
| <i>12. Причинами возникновения коммутационных перенапряжений являются:</i> | |
| 1. Включение разомкнутой линии под напряжение | 2. Нестабильное горение дуги в выключателях при отключении разомкнутых линий или конденсаторных батарей выключателями |
| 3. Явление «среза» тока | 4. Феррорезонанс в сети |

| | |
|---|--------------------------|
| <i>13. Закон Пашена определяет напряжение пробоя для:</i> | |
| 1. Резконеоднородных полей | 2. Неоднородных полей |
| 3. Однородных полей | 4. Резкооднородных полей |

| | |
|--|--------------------------------|
| <i>14. Защита воздушной линии электропередач производится:</i> | |
| 1. Стержневыми молниеприемниками | 2. Тросовыми молниеприемниками |
| 3. Металлической сеткой | 4. Активные молниеотводы |

| | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| <i>15. Элегаз:</i> | |
| 1. SF ₆ | 2. CCL ₂ F ₂ |
| 3. C ₃ F ₈ | 4. SF ₄ |

| | |
|--|--|
| <i>16. Закон Пашена определяет зависимость:</i> | |
| 1. $U_{np} = f(l * \rho)$ где l расстояние ρ плотность газа | 2. $U_{np} = f(S * \rho)$ где S площадь электродов ρ плотность газа |
| 3. $U_{np} = f(S * l)$ где S площадь электродов l расстояние | 4. $U_{np} = f(S^2 * \rho)$ где S площадь электродов ρ плотность газа |

| | |
|---|------------------------------|
| <i>17. Принцип действия катушки Петерсена основан на явлении:</i> | |
| 1. Резонанса напряжения | 2. Резонанса тока |
| 3. Феррорезонанса тока | 4. Феррорезонанса напряжение |

| | |
|--|---------------------------------------|
| <i>18. Согласно теории дуговых перенапряжений Петерсена гашение дуги происходит при переходе через нуль:</i> | |
| 1. Свободной составляющей ее тока | 2. Принужденной составляющей ее тока |
| 3. Емкостной составляющей ее тока | 4. Периодической составляющей ее тока |

| | |
|--|--|
| <i>19. Перекрытие изолятора под дождем связано с образованием на его поверхности проводящей пленки воды и:</i> | |
| 1. Подсушиванием отдельных участков поверхности токами утечки | 2. Нарушением внутренней структуры изолятора |
| 3. Увеличением длины скользящего разряда | 4. Нарушением внешней структуры изолятора |

| | |
|--|---------------------------------------|
| <i>20. Основным защитным аппаратом для ограничения волн грозových перенапряжений, набегающих на подстанцию с воздушных ЛЭП является:</i> | |
| 1. Искровой защитный промежуток (ИЗ) | 2. Трубочатый разрядник (РТ) |
| 3. Ограничитель перенапряжений (ОПН) | 4. Магнитовентильный разрядник (РВМГ) |

| | |
|---|---|
| <i>21. Согласно теории дуговых перенапряжений Белякова гашение дуги происходит при переходе через нуль:</i> | |
| 1. Свободной составляющей ее тока | 2. Как свободной, так и принужденной составляющих ее тока |

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 3. Принужденной составляющей ее тока | 4. Периодической составляющей ее тока |
|--------------------------------------|---------------------------------------|

| | |
|--|---------------------------|
| 22. Перенапряжения при отключении ненагруженного трансформатора можно ограничить до безопасной величины: | |
| 1. Шунтирующим реактором | 2. Дугогасящим реактором |
| 3. Ограничителем перенапряжений | 4. Вентильным разрядником |

| | |
|---|--|
| 23. Виды перенапряжений, которые ограничивают нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН): | |
| 1. ОПН ограничивают только грозовые перенапряжения | 2. ОПН не могут ограничивать коммутационные перенапряжения |
| 3. ОПН ограничивают грозовые и коммутационные перенапряжения | 4. ОПН ограничивают грозовые и феррорезонансные перенапряжения |

| | |
|--|---------------|
| 24. Коэффициент абсорбции — это отношение сопротивления изоляции измеренного через 60 секунд к сопротивлению, измеренному через: | |
| 1. 15 секунд | 2. 150 секунд |
| 3. 15 минут | 4. 90 секунд |

| | |
|--|--|
| 25. Коэффициент неоднородности электрического поля представляет собой: | |
| 1. Отношение максимальной напряженности к средней напряженности межэлектродного промежутка | 2. Отношение средней напряженности к максимальной напряженности межэлектродного промежутка |
| 3. Отношение максимального напряжения к среднему напряжению межэлектродного промежутка | 4. Отношение среднего напряжения к максимальному напряжению межэлектродного промежутка |

| | |
|--|--------------------|
| 26. Образование иона при соударении электрона с нейтральным атомом или молекулой называется: | |
| 1. Ударной ионизацией | 2. Фотоионизацией |
| 3. Вторичной эмиссией электронов | 4. Термоионизацией |

| | |
|---|------------------------------------|
| 27. Преимуществами ОПН не является: | |
| 1. Возможность глубокого ограничения перенапряжений | 2. Большая пропускная способность |
| 3. Малые габариты | 4. Отсутствие искрового промежутка |

| | |
|--|--|
| 28. К внешней изоляции относятся: | |
| 1. Воздушные промежутки (например, между проводами разных фаз линии электропередачи) | 2. Внешние поверхности твердой изоляции (изоляторов) |
| 3. Промежутки между контактами разъединителя | 4. Герметизированная изоляция вводов |

29. При ограничении грозových перенапряжений токи, протекающие через ОПН, достигают значений:

| | |
|------------------------|--------------------------|
| 1. Несколько килоампер | 2. Нескольких ампер |
| 3. Десятков миллиампер | 4. Нескольких миллиампер |

30. К аппаратам защиты от перенапряжений относятся:

| | |
|---|--------------------|
| 1. Автоматические выключатели | 2. Реле напряжения |
| 3. Ограничители перенапряжений нелинейные (ОПН) | 4. Реле тока |

Вариант № 3

1. К внутренней изоляции **НЕ** относятся:

| | |
|-------------------------|--|
| 1. Изоляция обмоток | 2. Герметизированная изоляция вводов |
| 3. Воздушные промежутки | 4. Сочетание жидкого и твердого диэлектриков |

2. Передним фронтом волны называется:

| | |
|--|--|
| 1. Участок ВСХ, где напряжение растет | 2. Участок ВСХ, где происходит спад напряжения |
| 3. Участок ВСХ, где напряжение принимает максимальное значение | 4. Участок ВСХ, где напряжение равно нулю |

3. Материалы, **НЕ** применяемые для изготовления изоляторов:

| | |
|-----------|------------|
| 1. Фарфор | 2. Полимер |
| 3. Стекло | 4. Сталь |

4. Резкое изменение свойств изоляции, заключающееся в увеличении ее электропроводности, называется:

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Износом изоляции | 2. Пробоем изоляции |
| 3. Старением изоляции | 4. Деформацией изоляции |

5. Вид пробоя твердых диэлектриков, протекающий наиболее быстро:

| | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. Электрический | 2. Тепловой |
| 3. Электротермическое старение | 4. Электрохимическое старение |

6. К внутренним перенапряжениям относятся:

| | |
|----------------|-------------------|
| 1. Грозовые | 2. Коммутационные |
| 3. Атмосферные | 4. Испытательные |

7. Перенапряжения, которые вызываются внешними воздействиями:

| | |
|----------------|-------------------|
| 1. Фазные | 2. Атмосферные |
| 3. Резонансные | 4. Коммутационные |

8. *Перенапряжения в электросетях средних классов напряжения, имеющие наибольшую амплитуду:*

| | |
|--|---------------------------|
| 1. Атмосферные при прямом ударе молнии | 2. Атмосферные наведенные |
| 3. Дуговые при однофазных замыканиях | 4. Коммутационные |

9. *Величина импульсного сопротивления заземлителя НЕ зависит от:*

| | |
|---|---|
| 1. Геометрических размеров заземляющих электродов | 2. Величины тока через заземлитель |
| 3. Сопротивления грунта | 4. Номинального напряжения электроустановки |

10. *Защитное устройство от внутренних перенапряжений:*

| | |
|----------------|----------------|
| 1. Заземлитель | 2. Изолятор |
| 3. Варистор | 4. Молниеотвод |

11. *Устройство, обеспечивающее не только защиту изоляции от перенапряжений, но и гашение электрической дуги в месте однофазного замыкания:*

| | |
|----------------|------------------------|
| 1. Разрядник | 2. Молниеотвод |
| 3. Заземлитель | 4. Дугогасящий реактор |

12. *Вид молниеприемников, для защиты ЛЭП:*

| | |
|---------------|-------------|
| 1. Тросовые | 2. Линейные |
| 3. Стержневые | 4. Опорные |

13. *Закон Пашена определяет напряжение пробоя для:*

| | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. Твердых диэлектриков | 2. Жидких диэлектриков |
| 3. Газообразных диэлектриков | 4. Всех видов диэлектриков |

14. *Явление «срез» тока приводит к возникновению:*

| | |
|---|--|
| 1. Перенапряжений на отключаемом индуктивном элементе | 2. Перенапряжений на подключаемом индуктивном элементе |
| 3. Перенапряжений на отключаемом емкостном элементе | 4. Перенапряжений на подключаемом емкостном элементе |

15. *К необходимым условиям возникновения феррорезонанса в нелинейном RLC-контуре НЕ относится:*

| | |
|---|---|
| 1. Реактивное сопротивление линейной части индуктивного элемента должно быть больше реактивного сопротивления емкостного элемента | 2. Реактивное сопротивление нелинейной части индуктивного элемента должно быть меньше реактивного сопротивления емкостного элемента |
| 3. Энергия, поступающая в контур от источника, должна быть больше энергии, рассеиваемой на его активном сопротивлении. | 4. Активное сопротивление контура должно быть больше реактивного сопротивления индуктивного элемента |

| | |
|--|--------------------------------|
| <i>16. Защита ОРУ подстанций производится:</i> | |
| 1. Стержневыми молниеприемниками | 2. Тросовыми молниеприемниками |
| 3. Металлической сеткой | 4. Активные молниеотводы |

| | |
|--|--------------------------|
| <i>17. Катушка Петерсена подключается между:</i> | |
| 1. Нейтралью электросети и землей | 2. Одной из фаз и землей |
| 3. Фазами электросети | 4. Двумя фазами и землей |

| | |
|--|---|
| <i>18. Согласно теории дуговых перенапряжений Петерсена смещение нейтрали по постоянному потенциалу в электросети с изолированной нейтралью:</i> | |
| 1. Увеличивается с каждым циклом зажигания-гашения заземляющей дуги | 2. Уменьшается с каждым циклом зажигания-гашения заземляющей дуги |
| 3. Остается неизменным после первого гашения дуги | 4. Всегда равно нулю |

| | |
|---|--|
| <i>19. Защитным аппаратом, основным элементом которого является варистор, называется:</i> | |
| 1. Искровой защитный промежуток | 2. Трубчатый разрядник |
| 3. Ограничитель перенапряжений | 4. Разрядник длинно-искрового петлевого типа |

| | |
|--|---------------------------------------|
| <i>20. Согласно теории дуговых перенапряжений Белякова максимальные перенапряжения определяются величиной:</i> | |
| 1. Свободной составляющей ее тока | 2. Напряжения пика гашения |
| 3. Принужденной составляющей ее тока | 4. Периодической составляющей ее тока |

| | |
|---|---|
| <i>21. Классификация электрических полей по степени неоднородности подразумевает следующее их разделение по коэффициенту неоднородности K_n:</i> | |
| 1. Для однородного поля: $K_n = 1$, для слабонеоднородного $K_n \leq 2$, для резконеоднородного $K_n > 2$ | 2. Для однородного поля: $K_n = 1$, для слабонеоднородного $K_n \geq 3$, для резконеоднородного $K_n > 5$ |
| 3. Для однородного поля: $K_n = 1$, для слабонеоднородного $K_n \leq 3$, для резконеоднородного $K_n > 3$ | 4. Для однородного поля: $K_n = 1$, для слабонеоднородного $K_n \geq 3$, для резконеоднородного $K_n > 7$ |

| | |
|--|--------------------------|
| <i>22. Эффективный электрон – это электрон, способный осуществить...</i> | |
| 1. процесс диссоциации | 2. лавинный процесс |
| 3. процесс рекомбинации | 4. ионизационный процесс |

| | |
|--|--|
| <i>23. Отличие самостоятельного разряда от несамостоятельного заключается в следующем:</i> | |
| 1. Самостоятельный разряд может проходить за счёт внешнего ионизатора, а несамостоятельный разряд может проходить без действия внешнего ионизатора | 2. Самостоятельный разряд может проходить без действия внешнего ионизатора, а несамостоятельный разряд может проходить за счёт внешнего ионизатора |

| | |
|--|--|
| 3. Самостоятельный разряд может проходить за счёт собственного ионизатора, а несамостоятельный разряд может проходить без действия внешнего ионизатора | 4. Самостоятельный разряд может проходить без действия внешнего ионизатора, а несамостоятельный разряд может проходить за счёт собственного ионизатора |
|--|--|

| | |
|---|--|
| 24. <i>Виды диссоциации молекул:</i> | |
| 1. Электродинамическая, термическая, ионная | 2. Термическая, электролитная, фотодиссоциация |
| 3. Электролитная, стримерная, лавинная | 4. Термическая, ионная, электролитная |

| | |
|--|--|
| 25. <i>Высокоомное резистивное заземление нейтрали в трехфазной системе предназначено для:</i> | |
| 1. Уменьшения тока однофазного замыкания | 2. Уменьшения тока трехфазного замыкания |
| 3. Уменьшения перенапряжений при однофазных замыканиях | 4. Уменьшение перенапряжений при трехфазных замыканиях |

| | |
|--|--|
| 26. <i>Низкоомное резистивное заземление нейтрали в трехфазной системе в первую очередь предназначено для:</i> | |
| 1. Уменьшения тока однофазного замыкания | 2. Уменьшения тока трехфазного замыкания |
| 3. Селективного отключения в течении минимально возможного времени | 4. Уменьшение перенапряжений при трехфазных замыканиях |

| | |
|---|--------------|
| 27. <i>Ток молнии $I_m = 16$ кА, волновое сопротивление линии $Z_{\text{вр}}$ составляет 245 Ом.</i> | |
| <i>Напряжение между проводами при коэффициенте связи между ними $K = 0,3$ будет равно ($U = 2,744$ МВ):</i> | |
| 1. 2,744 МВ | 2. 12,744 МВ |
| 3. 20,744 МВ | 4. 2,744 кВ |

| | |
|--|--|
| 28. <i>Тангенс угла диэлектрических потерь это:</i> | |
| 1. Отношение реактивной к активной мощности при синусоидальном напряжении определенной частоты | 2. Отношение активной к реактивной мощности при синусоидальном напряжении определенной частоты |
| 3. Отношение активной к реактивной мощности при несинусоидальном напряжении определенной частоты | 4. Отношение реактивной к активной мощности при синусоидальном напряжении производственной частоты |

| | |
|--|--|
| 29. <i>Параметрический резонанс наступает при:</i> | |
| 1. Периодических изменениях параметров элементов колебательной системы | 2. При последовательном соединении емкостного и индуктивного элементов |
| 3. При параллельном соединении емкостного и индуктивного элементов | 4. При последовательном соединении емкостного и нелинейного индуктивного элементов |

30. Ток глухого однофазного замыкания в трехфазной электросети с изолированной нейтралью равен:

| | |
|--|--|
| 1. Утроенному произведению фазного напряжения на емкостную проводимость между фазой и землей | 2. Утроенному произведению фазного напряжения на активную проводимость между фазой и землей |
| 3. Произведению фазного напряжения на емкостную проводимость между фазой и землей | 4. Утроенному произведению линейного напряжения на емкостную проводимость между фазой и землей |

Приложение № 2

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

Лабораторная работа № 1. Исследование электрических систем с изолированной и компенсированной нейтралью в установившихся режимах однофазного замыкания на землю

Цель работы: Экспериментально проверить эффективность применения компенсирующих устройств как средства ограничения повышенных токов однофазного замыкания с изолированной нейтралью.

Контрольные вопросы:

1. Опишите принцип действия катушки Петерсена при возникновении однофазного замыкания на корпус.
2. Протекает ли ток по компенсирующей катушке в условиях симметрии и несимметричных фазных ёмкостей.
3. Вывод формулы тока однофазного замыкания для сети с изолированной нейтралью.
4. Объяснить, что такое коэффициент демпфирования и как он влияет на величину тока однофазного замыкания?
5. Как определяется (рассчитывается) степень несимметрии фазных емкостей электросети и чем опасно ее высокое значение в сети с компенсацией тока однофазного замыкания?
6. Обосновать влияние междуфазной емкости на величину установившегося тока однофазного замыкания.
7. Как влияет несимметрия фазных емкостей на величину тока однофазного замыкания? Обосновать при помощи векторной диаграммы.

Лабораторная работа № 2. Исследование процессов электрического старения и пробоя твёрдой изоляции судового электрооборудования

Цель работы: Ознакомиться с процессами электрического старения и пробоя твёрдой изоляции в условиях судовых электроэнергетических систем низкого напряжения.

Контрольные вопросы:

1. Какие механизмы развития трещин на поверхности диэлектриков. Подвержены ли керамические изоляторы трекингу?
2. Каким показателем пользуются для характеристики относительной стойкости диэлектриков разрушающему воздействию поверхностных токов в низковольтных электроустановках?

3. Опишите методику испытаний диэлектриков на трекингостойкость. Как определить напряжение трекинга по методу каплепадания? Каково наибольшее испытательное напряжение при испытаниях низковольтной изоляции на стойкость трекингу?

4. Опишите устройство экспериментальной установки. Каково назначение сопротивления R и R_N ? Как обеспечивается защита от коротких замыканий и самопроизвольных включений установки после возобновления подачи напряжения от сети вслед за неожиданным перерывом в электроснабжении?

5. Как производится настройка экспериментальной установки? Какие способы повышения трекингостойкости материалов могли бы вы предложить? Указать не менее четырёх-пяти способов.

Лабораторная работа № 3. Исследование ёмкостного эффекта в длинных линиях

Цель работы: Изучить особенности возникновения квазистационарных перенапряжений в длинных линиях электропередачи при их одностороннем включении, называемым ёмкостным эффектом.

Контрольные вопросы:

1. Что называют ёмкостным эффектом и в каких условиях следует ожидать его появления?
2. Могут ли индуктивности устройств, присоединённых к началу и к концу длинной линии, оказать влияние на условия и особенности возникающего здесь ёмкостного эффекта.

3. Что называют коэффициентом затухания, коэффициентом фазы, коэффициентом передачи и коэффициентом распространения длинных линий?

4. Чем опасен ёмкостной эффект и на какие характеристики изоляции и параметры воздействия на неё он мог бы оказать отрицательное влияние? Повлияет ли ёмкость сети на режим работы трёхфазных потребителей, подключённых к длинной линии?

5. Какими способами можно было бы ослабить ёмкостной эффект в длинных линиях или его полностью исключить?

Лабораторная работа № 4. Исследование дуговых перенапряжений в электросистемах с различным режимом нейтрали

Цель работы: Исследование влияния параметров электросети на формирование дуговых перенапряжений.

Контрольные вопросы:

1. Изложите содержание теории Петерсена.

2. Изложите содержание теории Петерса-Слепяна.
3. Изложите содержание теории Белякова.
4. Опишите причины, по которым компенсированная нейтраль оказывает влияние на уровень величин и перенапряжений.
5. Оказывают ли величины междуфазных ёмкостей влияние на уровень напряжений смещения нейтрали? Почему?
6. Каковы особенности развития дуговых перенапряжений в электросистемах с длинными линиями по сравнению с перенапряжениями, регистрируемыми на лабораторной модели электроустановки, имеющей сосредоточенные параметры?

Лабораторная работа № 5. Оценка эффективности неразрушающих методов испытаний изоляции

Цель работы: Ознакомиться с методами неразрушающих испытаний твёрдой изоляции, основанными на измерениях сопротивления изоляции; по результатам экспериментов установить наличие или отсутствие взаимосвязи между сопротивлением изоляции и коэффициентом изоляции коэффициентом абсорбции, с одной стороны, и напряжением пробоя - с другой.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите задачи диагностики изоляции.
2. Какие методы контроля изоляции относятся к неразрушающим? Перечислите наиболее распространённые методы неразрушающего контроля изоляции.
3. Какие задачи диагностики позволяют решать метод измерения сопротивления изоляции, метод измерения коэффициента абсорбции и др.
4. Каков характер пробоя изоляции электрооборудования напряжением до 1000 В и в чём его отличие от электрического пробоя, характерного, например, при пробое воздушных международных промежутков высоковольтного оборудования.
5. Изобразите схему замещения изоляции и укажите параметры этой схемы, характеризующей параметры изоляции, а также укажите методы, с помощью которых эти параметры оцениваются.
6. Почему ёмкость изоляции зависит от частоты?
7. Какие показатели состояния изоляции можно оценивать путём измерения $R_{из}$ и величин, связанных с этим сопротивлением - $I_{уг}$, $R_{уг}$.

ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Целью расчетно-графической работы является закрепление знаний у обучающихся об основных процессах в технике высоких напряжений.

Содержание расчетно-графической работы

Завершенная расчетно-графическая работа должна включать следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- задание на РГР;
- содержание;
- введение;
- основная часть с разбивкой по разделам;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Техническое задание

Расчетно-графическая работа должна выполняться на основе индивидуального задания, содержащего исходные параметры режимов работы технологического оборудования, которые должны быть обеспечены проектируемым электроприводом.

Содержание

Содержание должно отражать все разделы, включённые в РГР, с указанием страниц, на которых они начинаются.

Введение

В разделе «Введение» кратко формулируются цель и задачи расчетно-графической работы, указываются особенности, техническое и практическое значение, основные направления предлагаемых решений. Во введении следует раскрыть актуальность вопросов темы, охарактеризовать проблему, к которой относится тема, перечислить методы и средства, с помощью которых будут решаться поставленные задачи.

Основная часть

Основная (расчетная) часть работы включает следующие вопросы:

- Расчет потерь при коронном разряде.
- Расчет зоны защиты стержневого молниеотвода.

Заключение

В заключении сообщаются основные результаты выполненной работы, рекомендации по их использованию.

Список использованных источников

В список использованных источников включаются непосредственно использованные, на которые имеются ссылки в текстовом документе. Источники в списке нумеруют в порядке их упоминания в тексте.

Приложения

В приложения следует включать материалы вспомогательного характера. В приложения могут быть помещены:

- таблицы и рисунки большого формата;
- дополнительные расчеты.

Варианты заданий по расчетно-графической работе

Варианты задания для индивидуального выполнения расчета потерь при коронном разряде приведены в таблице 1

Таблица 1 – Варианты задания

| № варианта | Линейное напряжение $U_{л}$, кВ | Расстояние между проводами a , м | Радиус провода r , см | Количество проводов в расщепленной фазе | Метрологические условия в течение года | | | | |
|------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---|--|-------------------------------------|---|--|--|
| | | | | | Количество часов хорошей погоды $h_{хп}$, ч | Количество часов тумана $h_{т}$, ч | Количество часов инея, гололеда, изморози $h_{и}$, ч | Количество часов дождя и мокрого снега $h_{д}$, ч | Количество часов сухого снега $h_{сн}$, ч |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 330 | 8 | 1,51 | 2 | 6000 | 1000 | 500 | 360 | 800 |
| 2 | 500 | 11 | 1,51 | 3 | 6500 | 1000 | 600 | 260 | 500 |
| 3 | 750 | 17,5 | 1,51 | 4 | 6000 | 800 | 800 | 500 | 660 |
| 4 | 330 | 8,2 | 1,51 | 2 | 6500 | 800 | 800 | 260 | 400 |
| 5 | 500 | 11,5 | 1,05 | 3 | 5000 | 1000 | 1000 | 560 | 1200 |
| 6 | 750 | 18,5 | 1,05 | 2 | 5000 | 1200 | 900 | 560 | 1100 |
| 7 | 330 | 8,5 | 1,05 | 4 | 6000 | 600 | 1000 | 400 | 7600 |
| 8 | 500 | 12 | 1,51 | 3 | 6500 | 700 | 800 | 260 | 500 |
| 9 | 750 | 19,5 | 1,05 | 2 | 5500 | 800 | 1000 | 560 | 900 |

| | | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|---|------|------|------|------|------|
| 10 | 330 | 8 | 1,05 | 2 | 5500 | 900 | 800 | 660 | 900 |
| 11 | 500 | 11 | 1,51 | 3 | 6500 | 900 | 700 | 600 | 60 |
| 12 | 750 | 17,5 | 1,51 | 4 | 5000 | 1200 | 900 | 900 | 760 |
| 13 | 330 | 8,2 | 1,05 | 4 | 5000 | 1200 | 1000 | 460 | 1100 |
| 14 | 500 | 11,5 | 1,05 | 2 | 5500 | 800 | 1000 | 460 | 1000 |
| 15 | 750 | 18,5 | 1,05 | 3 | 6000 | 600 | 900 | 560 | 700 |
| 16 | 330 | 8,5 | 1,51 | 2 | 6500 | 300 | 1000 | 600 | 360 |
| 17 | 500 | 12 | 1,51 | 3 | 5000 | 1100 | 100 | 800 | 860 |
| 18 | 750 | 19,5 | 1,51 | 4 | 5500 | 1200 | 800 | 860 | 400 |
| 19 | 330 | 8 | 1,05 | 2 | 6000 | 1000 | 700 | 700 | 900 |
| 20 | 500 | 11 | 1,05 | 2 | 6000 | 1000 | 500 | 560 | 700 |
| 21 | 500 | 8,5 | 1,05 | 3 | 6500 | 500 | 600 | 400 | 760 |
| 22 | 750 | 18,5 | 1,51 | 4 | 7000 | 500 | 500 | 460 | 300 |
| 23 | 330 | 8 | 1,05 | 4 | 6000 | 1000 | 500 | 1000 | 260 |
| 24 | 500 | 12,5 | 1,51 | 2 | 5500 | 1200 | 800 | 900 | 360 |
| 25 | 750 | 19 | 1,51 | 4 | 5000 | 1500 | 1000 | 760 | 500 |

Варианты заданий для индивидуального выполнения расчета зоны защиты стержневого молниеприемника содержатся в таблице 2

Таблица 4.1 – Варианты индивидуального задания

| № вар. | Геометрические размеры подстанции, м | | | | | | Вероятность поражения молнией | Характеристика ПС | | Площадь заземлителя | | | Уд. сопр. грунта ρ_s , Ом·м |
|--------|--------------------------------------|----|----------------|----------------|----|----------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------|-------------|----------------------------------|
| | M | N | N ₁ | N ₂ | B | h _x | | Ном. напр. U _н , кВ | Фазная емкость C _ф , мкФ | Площадь S, м ² | Длина n, м | Ширина m, м | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | 10 | 15 | 10 | 5 | 6 | 8 | 0,005 | 35 | 10 | 700 | 20 | 25 | 50 |
| 2 | 10 | 14 | 10 | 4 | 6 | 6 | 0,005 | 10 | 15 | 300 | 15 | 30 | 50 |
| 3 | 13 | 13 | 9 | 4 | 6 | 5 | 0,005 | 6 | 20 | 320 | 25 | 35 | 50 |
| 4 | 12 | 15 | 9 | 6 | 8 | 5 | 0,005 | 10 | 25 | 400 | 30 | 40 | 40 |
| 5 | 10 | 15 | 8 | 7 | 7 | 7 | 0,005 | 35 | 30 | 480 | 16 | 25 | 50 |
| 6 | 8 | 12 | 9 | 3 | 6 | 8 | 0,005 | 10 | 10 | 150 | 18 | 40 | 40 |
| 7 | 13 | 15 | 15 | 10 | 10 | 7 | 0,005 | 6 | 15 | 160 | 20 | 30 | 50 |
| 8 | 11 | 16 | 10 | 6 | 12 | 5 | 0,005 | 35 | 20 | 414 | 15 | 25 | 50 |
| 9 | 12 | 16 | 12 | 4 | 9 | 4 | 0,005 | 10 | 25 | 150 | 25 | 30 | 50 |
| 10 | 14 | 14 | 12 | 2 | 8 | 6 | 0,005 | 6 | 30 | 840 | 30 | 35 | 40 |
| 11 | 10 | 13 | 12 | 1 | 7 | 9 | 0,005 | 10 | 10 | 783 | 16 | 40 | 50 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|----|-----|----|----|----|
| 12 | 15 | 15 | 11 | 4 | 11 | 5 | 0,05 | 35 | 15 | 250 | 18 | 25 | 40 |
| 13 | 14 | 16 | 9 | 7 | 7 | 7 | 0,05 | 10 | 20 | 260 | 20 | 40 | 50 |
| 14 | 13 | 12 | 10 | 2 | 7 | 4 | 0,005 | 35 | 25 | 513 | 15 | 30 | 50 |
| 15 | 12 | 14 | 11 | 3 | 8 | 6 | 0,05 | 10 | 30 | 288 | 25 | 25 | 50 |
| 16 | 14 | 16 | 12 | 4 | 8 | 9 | 0,005 | 6 | 10 | 532 | 30 | 30 | 40 |
| 17 | 15 | 12 | 11 | 1 | 9 | 8 | 0,05 | 10 | 15 | 192 | 16 | 35 | 50 |
| 18 | 11 | 14 | 11 | 3 | 8 | 5 | 0,05 | 35 | 20 | 375 | 18 | 40 | 40 |
| 19 | 13 | 15 | 11 | 4 | 6 | 4 | 0,005 | 10 | 25 | 280 | 20 | 25 | 50 |
| 20 | 9 | 15 | 12 | 3 | 6 | 9 | 0,05 | 35 | 30 | 475 | 15 | 40 | 50 |
| 21 | 10 | 16 | 12 | 4 | 7 | 10 | 0,05 | 10 | 10 | 513 | 25 | 30 | 50 |
| 22 | 11 | 14 | 10 | 4 | 8 | 8 | 0,005 | 6 | 15 | 486 | 30 | 25 | 40 |
| 23 | 12 | 14 | 5 | 9 | 7 | 9 | 0,05 | 10 | 20 | 170 | 16 | 30 | 50 |
| 24 | 9 | 13 | 3 | 10 | 9 | 7 | 0,05 | 35 | 25 | 136 | 18 | 35 | 40 |
| 25 | 15 | 15 | 3 | 12 | 7 | 10 | 0,005 | 10 | 30 | 324 | 20 | 40 | 50 |

Контрольные вопросы по защите расчетно-графической работы

Защита РГР проводится после предоставления завершенной работы и устранения всех замечаний по расчетной части. Защита проводится устно в формате собеседования по материалам работы и в форме ответа на контрольные вопросы. Общее количество вопросов зависит от качества ответов студента и уровня владения материалом представленной работы.

Вопросы для защиты работы по коронному разряду

1. Виды коронных разрядов, их особенности в линиях электропередач
2. От каких факторов зависит величина начальной напряженности коронного разряда?
3. Каковы особенности и последствия возникновения коронного разряда при переменном напряжении?
4. Чем обусловлены потери на корону в линиях электропередачи и способы их уменьшения?
5. Что называют объемным положительным зарядом, возникающим при коронном разряде? Каково его влияние на величину разрядного напряжения при изменении полярности?
6. Каким образом коронный разряд выравнивает электрическое поле при наличии диэлектрического барьера в межэлектродном промежутке и какое влияние это оказывает на величину постоянного разрядного напряжения?
7. Связан ли коронный разряд с разрядом вдоль поверхности твердого диэлектрика и каким образом?

Вопросы для защиты работы по молниезащите

1. Формирование атмосферного разряда
2. Виды и последствия возникновения перенапряжений при грозовом разряде
3. Форма грозового импульса
4. Аппараты защиты от внешних перенапряжений
5. Зоны защиты стержневых молниеприемников
6. Зоны защиты тросовых молниеприемников
7. Основные уравнения для анализа волновых процессов при формировании атмосферных перенапряжений

Приложение № 3

ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

(для студентов заочной формы обучения)

Задание по контрольной работе, выполняемой студентами заочной формы обучения, включают два тематических раздела по основным вопросам дисциплины.

Описание практического задания №1

1. По условию минимума максимальной напряженности на поверхности провода определить оптимальное расстояние между проводами расцепленной фазы, которое следует использовать при дальнейших расчетах.

2. С учетом погодных условий определить годовые потери и среднегодовую мощность потерь от коронного разряда на один километр линии.

Описание практического задания №2

1. Определить требуемую высоту стержневого молниеотвода, размещенного на расположенный вблизи подстанции дымовой трубе высотой 25 метров. Высоту молниеотвода определить исходя из заданной вероятности прорыва молнии через границу защитной зоны.

2. Рассчитать заземлитель молниеотвода, предполагая его сеточное размещение на заданной территории с известными размерами, площадью и удельным сопротивлением грунта. Величина и форма импульса тока молнии принимается также заданной.

3. Проверить безопасность прохождения тока молнии через молниеотвод по допустимому падению напряжения на токоотводе.

Приложение №4

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические задания предназначены для развития умений и навыков исследовательской работы в области техники высоких напряжений. Всего предусмотрено 7 практических заданий по 8 вариантов.

ВАРИАНТ

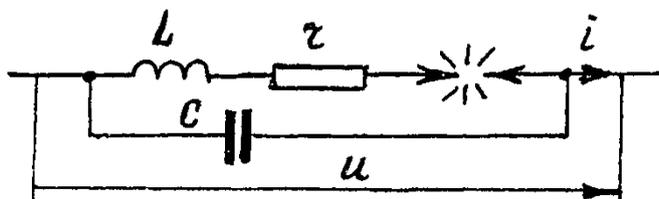
№1

1. Определить ток однофазного замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью напряжением 10 кВ. Фазные емкости сети составляют 10 мкФ и равны между собой. По величине тока однофазного замыкания определите, допускается ли в условиях приведенной выше задачи длительное неотключение поврежденного участка цепи.
2. Скажите основные параметры стандартного импульса и кратко опишите основные стадии грозового разряда, соответствующие основным участкам стандартного импульса.
3. Запишите уравнения, на основе которых анализируется емкостной эффект в длинных линиях. Укажите выражения для величин, входящих в эти уравнения. Что называется коэффициентом передачи в длинных линиях?
4. Каково влияние емкости на величину коммутационных перенапряжений, связанных с отключением малых токов индуктивного характера?
5. Опишите теорию дуговых перенапряжений. Петерсена и приведите основные формулы, применяемые в ней для расчета этих перенапряжений.
6. Как изменится пробивное напряжение газа от его давления? Приведите необходимые формулы и графики закона Пашена.
7. Что называется поляризацией диэлектрика, каковы их виды и какими параметрами они характеризуются? Как изменяются составляющие эти параметры от частоты?

ВАРИАНТ №2

1. По приведенным ниже данным требуется построить V-образную характеристику для электросистемы с компенсированной нейтралью, т.е зависимость $I_y = f(C_f)$. Данные сети: напряжение 6 кВ, емкости фазной изоляции по отношению к земле равны между собой; индуктивность дугогасительной катушки составляет 0.23 Гн; активная проводимость этой катушки составляет 0.6 Ом^{-1} . Активной проводимостью фазной изоляции по отношению к земле следует пренебречь.
2. Ток молнии $I_M = 10 \text{ кА}$, волновое сопротивление линии $Z_{пр}$ составляет 300 Ом.
Определить напряжение провода, подвергнувшегося прямому удару молнии. Определить также напряжение между проводами при коэффициенте связи между ними K , равном 0.3.

- Обоснуйте приведение трехфазной схемы замещения, принимаемой для рассмотрения феррорезонансных явлений в неполнофазных режимах, к одноконтурной эквивалентной схеме, содержащей ее параметры для схемы с заземленной нейтралью генератора при $E = 6 \text{ кВ}$, $C_0 = 12 \text{ мкФ}$, $C_M = 4 \text{ мкФ}$.
- В приведенной ниже электрической цепи определите влияние ее параметров на устойчивость электрической дуги отключения. $L = 0.1 \text{ Гн}$, $r = 0.5 \text{ Ом}$, $C = 3 \text{ мкФ}$.



- Объясните смысл следующих понятий, используемых в теории дуговых перенапряжений:
 - кратность перенапряжений;
 - коэффициент затухания и емкостной коэффициент;
 - пик гашения, напряжение смещения нейтрали;
 - наименее благоприятные моменты гашения и зажигания дуги.
- Как развивается электронная лавина в газах под действием внешнего напряжения? Каково условие возможности возникновения лавы?
- Как изменяется емкость неоднородного (например, двухслойного) диэлектрика от частоты и почему? Приведите эту зависимость.

ВАРИАНТ №3

- При использовании электросистемы с резистированной нейтралью необходимо определить возможность обеспечения электробезопасности при случайном прикосновении человека к одной из фаз. Срабатывающая при этом селективная защита обеспечивает отключение участка сети с пострадавшим за время не более 0.1 с. Допустимый ток через тело человека составит 600 мА, а расчетное сопротивление тела – 1 кОм. Данные расчетной цепи: напряжение 6 кВ, симметричная емкость сети по отношению к земле 5 мкФ, активной проводимостью изоляции следует пренебречь, сопротивление нейтрали 4 кОм
- Свойства вентильных разрядников в эксплуатации характеризуются различными величинами. Объясните смысл и содержание следующих понятий:
 - вольт-амперная характеристика;
 - остающееся напряжение, ток координации;
 - сопровождающий ток;
 - напряжение и ток гашения, коэффициент гашения;
 - защитное отношение.
- Применяя приближенное извлечение корня, определите значение постоянной распространения при следующих параметрах кабельной линии:
 $\omega = 314 \text{ с}$, $r_0 = 0.7 \text{ Ом/км}$, $L_0 = 0.005 \text{ Гн/км}$, $C_0 = 0.03 \text{ мкФ/км}$.

4. Объясните коммутационные перенапряжения, вызываемые отключением малых индуктивных токов, с помощью энергетических соотношений и определите их максимальную величину при заданном токе «среза».
5. Опишите теорию дуговых перенапряжений Петерса и Слепяна и приведите основные формулы, применяемые в ней для расчета этих перенапряжений.
6. Что называется вольт-секундной характеристикой газовой изоляции и как проводится ее настраивание по результатам экспериментов? Что называется коэффициентом импульса?
7. Что называется углом диэлектрических потерь? Как изменится тангенс угла диэлектрических потерь от частоты внешнего воздействия и от температуры диэлектрика? Привести зависимости и объяснения их характера.

ВАРИАНТ №4

1. Определить возможность самовоспламенения кабеля в сети 10 кВ при однофазном замыкании на землю через поврежденную кабельную изоляцию. Принятый в сети режим нейтрали – режим простого изолирования. Фазные емкости сети равны между собой и составляют по 2 мкФ. Мощность тепловыделений, допустимая по условию самовоспламенения кабеля составляет 150 Вт.
2. Опишите факторы, влияющие на величину импульсного сопротивления заземлителя. Выведите формулу для определения $R_{\text{и}}$ и $\alpha_{\text{и}}$ при расчете заземлителя в виде трубы.
3. В трехфазной цепи с компенсированной нейтралью в условиях несимметрии фазных емкостей сети по отношению к земле возможен феррорезонанс напряжений. Методом эквивалентного генератора определить параметры активного двухполюсника, к которому присоединена нелинейная индуктивность компенсатора. Определите условия феррорезонанса.
4. Опишите механизм развития перенапряжений при коммутациях цепей с малыми емкостными токами.
5. Опишите теорию дуговых перенапряжений Н. Н. Белякова и приведите основные формулы и величины, применяемые в ней для расчета этих перенапряжений.
6. Укажите виды электрических разрядов в газах, их особенности и условия возникновения.
7. Объясните механизм появления абсорбционного заряда на границе двух слоев диэлектрика. Объяснение проиллюстрируйте необходимыми формулами.

ВАРИАНТ №5

1. Перечислите возможные режимы нейтрали. Подробно, с соответствующими вычислениями объясните причину, по которой в низковольтных трехфазных сетях со случайной однофазной нагрузкой в виде бытовых потребителей применяется режим глухого заземления нейтрали.

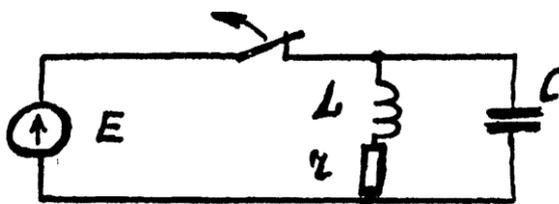
2. Опишите форму зоны защиты от молний уединенного стержневого молниеотвода. Укажите, будет ли защищен объект, расположенный на расстоянии 2.3 м от молниеприемника, если высота последнего составляет 110 м, а высота объекта 101.5 м при расчетной вероятности прорыва молнии $P = 0.05$.
3. Каково влияние междуфазных емкостей на феррорезонансные явления в трехфазных сетях с неполнофазным режимом? Обоснуйте ответ соответствующими формулами и графическими построениями. В каких точках решение устойчиво? Когда феррорезонанс невозможен?
4. Опишите процесс развития перенапряжений при отключении ненагруженных длинных линий, способных вызывать емкостной эффект.
5. Объясните влияние компенсированной нейтрали на величину дуговых перенапряжений через изменение характера однофазной заземляющей дуги по сравнению с ее характером в системах с изолированной нейтралью.
6. Как изменяется ток проводимости газов в слабых и сильных электрических полях по мере увеличения напряженности электрического поля, воздействующего на этот газ? Приведите соответствующий график и объясните его характер.
7. Пробой твердого диэлектрика по поверхности в газовой и вакуумной среде, особенности механизма пробоя и средств повышения электрической прочности газовой и вакуумной изоляции.

ВАРИАНТ №6

1. В чем заключается основная проблема техники высоких напряжений. Проиллюстрируйте ее содержание графически. Дайте название и точное описание различных уровней напряжения, учитываемых и изображаемых при представлении основной проблемы ТВН. Опишите особенности этих напряжений и их изменение в процессе эксплуатации высоковольтного электрооборудования.
2. При расчете заземлителей молниеотводов, какие величины называются:
 - сезонным коэффициентом;
 - импульсным коэффициентом;
 - стационарным сопротивлением;
 - радиусом искровой зоны;
 - электрической прочностью грунта?
3. Определить резонансные напряжения в длинной линии, если частота приложенного напряжения равна $\omega = 314 \text{ с}^{-1}$, а параметры линии составляют: $L_0 = 0.05 \text{ Гн/км}$, $r_0 = 0.2 \text{ Ом/км}$, $U(0) = 600 \text{ В}$, $l = 1.5 \text{ км}$.

4. При токе среза $I_{ср} = 10$ А рассчитать переходной процесс в приведенной ниже электрической цепи, приводящий к возникновению коммутационного перенапряжения в виде амплитуды напряжения на емкости C .

$$L = 0.5 \text{ Гн}, R = 0.1 \text{ Ом}, C = 1 \text{ мкФ}.$$



5. Какое влияние оказывает величина сопротивления резистированной нейтрали на максимальную кратность дуговых перенапряжений? Покажите влияние этого сопротивления на напряжение смещения нейтрали.
6. Что называется коэффициентом ионизации и коэффициентом вторичной ионизации? Каково их влияние на условие возникновения самостоятельного разряда в газах?
7. Тепловой пробой твердой изоляции согласно теории Вагнера и теории Фока.

ВАРИАНТ №7

1. В соответствии с ГОСТом на качество электроэнергии допустимый коэффициент обратной последовательности не должен превышать

$$k_2 = 100U_2/U_\phi$$

где $U_\phi = U_{л}/\sqrt{3}$ – расчетное значение фазного напряжения при заданном значении номинального напряжения $U_{л}$,

U_2 – напряжение обратной последовательности.

Действительное значение фазных ЭДС равны:

$E_A = 11.5 \text{ кВ}, E_B = (2.89 - j5) \text{ кВ}, E_C = (2.89 - j5) \text{ кВ}$. Определить соответствие заданной сети ГОСТу на качество электро-энергии.

2. Чем характеризуется грозовая деятельность? Перечислите и опишите основные величины, характеризующие грозовую деятельность на той или иной территории.
3. Обоснуйте и покажите принцип графического определения напряжения на емкости в условиях феррорезонанса. Ответ проиллюстрируйте примером при следующих условиях:

$$E_э = 6 \text{ кВ}, S_{ном} = 0.5 \text{ мВА}, U_{ном} = 6 \text{ кВ}, C_M = 0, C_э = 15 \text{ мкФ}.$$

$U_M(I_M)$ в виде таблицы приведена ниже здесь ($U_M^* = U_M/U_\phi, I_M^* = I_M/I_H$)

| | | | | |
|----------------------|-----|-----|------|-----|
| $I_M^*, \text{ о.е}$ | 1,3 | 1,4 | 1,65 | 1,9 |
| $U_M^*, \text{ о.е}$ | 0,2 | 0,4 | 1 | 2 |

4. Приведите расчет в общем виде величины перенапряжений, порождаемых «срезом тока» в цепи с малыми индуктивными токами.

5. Предложите и обоснуйте как минимум три различных способа ограничения дуговых перенапряжений в электрических установках с изолированной нейтралью.
6. Электропроводность жидких диэлектриков. Закон Вальдена. Механизм пробоя жидких диэлектриков.
7. Какие параметры схемы замещения твердой изоляции определяются методами косвенных оценок состояния изоляции и какова эффективность этих методов в точки зрения оценки и прогнозирования пробивных напряжений.

ВАРИАНТ №8

1. Определить область изменения фазных емкостей сети напряжением 10 кВ с компенсированной нейтралью, в которой обеспечивается эффективное гашение электрической дуги при однофазной замыкании одной из фаз. Индуктивность компенсатора составляет 0.2 Гн, а его активная проводимость – $5 \cdot 10^{-4}$ Сим.
2. В зоне защиты, создаваемой двумя стержневыми молниеприемниками, указывается величина h_{\min} . Покажите ее на рисунке и укажите значение этой величины при $l \leq 1.5h$ для вероятности прорыва молнии $P = 0.05$. При каких расстояниях между молниеприемниками при той же величине $P = 0.05$ каждый молниеотвод следует рассматривать как одиночный, а не парный?
3. Как изменится напряжение ненагруженной линии по мере удалении расчетной точки источника? Объясните наблюдающийся при этом эффект соответствующими аналитическими выражениями.
4. Что называется «срезом тока»? Как возникает это явление и каковы особенности его реализации. Какого характера перенапряжения порождаются «срезом тока» и почему?
5. Каковы особенности дуговых перенапряжений в электросистемах низкого напряжения с изолированной нейтралью по сравнению с такими же перенапряжениями в электрических сетях средних классов напряжения.
6. Как зависит пробивное напряжение газового промежутка от расстояния между электродами? Объяснить характер указанной зависимости. Какая величина при своем изменении оказывает такое же влияние на пробивное напряжение газового промежутка, как и его длина.
7. Как развивается предпробивные явления в низковольтных твердых изоляционных конструкциях и к чему они приводят?

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН) ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ»

Изоляция и атмосферные перенапряжения

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
21. Влияние влаги и примесей на пробой жидких диэлектриков
22. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков
23. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков
24. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков
25. Влияние геометрии электродов и расстояния между ними на пробой жидких диэлектриков
26. Влияние барьера из твердого диэлектрика на пробой жидких диэлектриков
27. Механизм пробоя жидких диэлектриков
28. Виды пробоя твердых диэлектриков
29. Влияние времени приложения напряжения на пробой твердых диэлектриков
30. Влияние температуры на пробой твердых диэлектриков
31. Механизм электрического пробоя твердых диэлектриков
32. Тепловой пробой твердых диэлектриков
33. Процесс старения твердых диэлектриков
34. Пробой твердых диэлектриков по поверхности в виде скользящего разряда
35. Перекрытие твердого увлажненного или загрязненного изолятора
36. Длительная электрическая прочность твердых диэлектриков
37. Процесс формирования грозового разряда
38. Форма грозового импульса
39. Механизмы формирования перенапряжений при атмосферных разрядах

40. Защитные мероприятия от атмосферных перенапряжений
41. Аппараты защиты от перенапряжений
42. Описание волновых процессов при атмосферных перенапряжениях
43. Преломление и отражение волн в узловых точках при атмосферных перенапряжениях
44. Волновые процессы в трансформаторах при атмосферных перенапряжениях
45. Виды молниеотводов
46. Методы расчета зон защиты от прямого удара молнии

Режимы заземления нейтрали

47. Механизм развития максимальных перенапряжений при однофазных замыканиях в электросети с изолированной нейтралью согласно теории Петерсена
48. Механизм развития максимальных перенапряжений при однофазных замыканиях в электросети с изолированной нейтралью согласно теории Петерса и Слепяна
49. Механизм развития максимальных перенапряжений при однофазных замыканиях в электросети с изолированной нейтралью согласно теории Белякова
50. Перенапряжения при однофазных замыканиях в электросети с компенсированной нейтралью
51. Перенапряжения при однофазных замыканиях в электросети с резистивной нейтралью
52. Принцип действия катушки Петерсена
53. Влияние резистора, включенного в нейтраль, на установившийся ток однофазного замыкания
54. Вывод выражения для установившегося тока однофазного замыкания в электросетях с изолированной нейтралью
55. Перенапряжения при несимметрии емкостей в электросети с компенсированной нейтралью

Коммутационные, резонансные перенапряжения и испытание изоляции

56. Перенапряжения при отключении малых индуктивных токов
57. Перенапряжения при срезе тока в дугогасящем реакторе
58. Перенапряжения при отключении ненагруженных линий
59. Характер изменения напряжения при плановых включениях линий
60. Влияние скорости контактов на перенапряжения при включениях линии
61. Мероприятия по снижению перенапряжений при включении линий
62. Условия возникновения феррорезонанса
63. Причины возникновения феррорезонанса в электросетях средних классов напряжения
64. Причины возникновения феррорезонанса в электросетях высокого напряжения
65. Вольт-амперные характеристики феррорезонансного контура
66. Примеры неразрушающих методов испытания изоляции
67. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь
68. Оценка состояния изоляции по частичным разрядам
69. Схемы выпрямления тока высокого напряжения в испытательных установках
70. Способы создания повышенного испытательного переменного напряжения
71. Генератор импульсов напряжения
72. Измерение высокого напряжения.
73. Параметрический резонанс