



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

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ»

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

Морских технологий, энергетики и строительства
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-4: Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике | ПК-4.3: Применяет методы планирования, подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований при обосновании выбора основного электрооборудования, главных схем соединений и схем собственных нужд электростанций и подстанций | Электрические станции и подстанции | <p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - структуру и основные показатели электрических станций и подстанций; - схемы и основное электротехническое и коммуникационное оборудование электрических станций и подстанций; - основные режимы работы электротехнического оборудования электрических станций и подстанций; <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить необходимые исследования в сфере своей профессиональной деятельности; - применять и эксплуатировать электрооборудование электрических станций и подстанций; - анализировать техническую информацию по электрооборудованию, схемам электрических соединений электрических станций и подстанций; - работать над проектами электрических станций и подстанций; - графически отображать схемы распределительных устройств; <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета и выбора основного электротехнического и коммутационного оборудования электрических станций и подстанций. |

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 лабораторным работам;
- задания по темам практических занятий;
- задания по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения);

2.3 Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в формах выполнения курсового проекта и экзамена, соответственно, относятся:

- задание и контрольные вопросы по курсовому проекту;
- 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 соответствии с универсальной системой оценивания (таблица 2).

3.2 В приложении № 2 приведены типовые задания и контрольные вопросы по лабораторным работам. Целью лабораторного практикума является формирование умений и навыков по освоению устройства, принципа действия электрооборудования станций и подстанций, планированию измерений и оценке их результатов.

Оценка выполненной лабораторной работы производится при предоставлении студентом отчета и ответов на вопросы по лабораторной работе. Оценивание выполняется по системе «зачтено» - «не зачтено». Критерии оценивания приведены в таблице 2.

3.3 В приложении № 3 приведены типовые задания по темам практических занятий. Результаты выполнения практических заданий оцениваются по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с универсальной системой оценивания (таблица 2).

3.4 В приложении № 4 приведены задания по контрольной работе (для студентов заочной форме обучения). Работа выполняется студентами индивидуально по вариантам. Оценка контрольной работы выполняется по системе «зачтено» - «не зачтено». Критерии оценивания приведены в таблице 2.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

4.2 В приложении № 5 приведены задания и вопросы для защиты курсового проекта. По результатам защиты курсового проекта выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»). Критерии выставления оценки приведены в таблице 2.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты, получившие положительную оценку («зачтено») по практическим занятиям и лабораторным работам. Экзамен проходит в форме ответа на экзаменационные вопросы, содержащиеся в экзаменационном билете. Экзаменационный билет содержит три экзаменационных вопроса. Перечень вопросов к экзамену приведен в приложении № 4. Оценка за экзамен выставляется в соответствии с универсальной системой оценивания (таблица 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

| Система оценок | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--|---|---|---|
| | 0-50% | 51-69% | 70-84 % | 85-100 % |
| Критерии | «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 | Может найти необходимую ин- | Может найти, интерпретировать и система- | Может найти, систематизировать необходимую информацию, а |

| Система оценок | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|--|--|--|---|
| | 0-50% | 51-69% | 70-84 % | 85-100 % |
| Критерии | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «отлично» |
| | «не зачтено» | «зачтено» | | |
| | находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи | формацию в рамках поставленной задачи | тизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи | 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, предлагает новые ракурсы 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 «Электрические станции и подстанции» 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>Вопрос 1. К критериям оценки эффективности электрической станции НЕ относится</i> | |
| 1. Обеспечение мероприятий по учету электроэнергии | 3. Себестоимость 1кВт*ч выработанной на электростанции электрической энергии |
| 2. Перспективы использования первичного топлива | 4. Стоимость 1 кВт установленной мощности электростанции |

| | |
|---|---|
| <i>Вопрос 2. К основным характеристикам электростанций НЕ относится</i> | |
| 1. Мощность | 3. Тип электростанции по использованию первичных ресурсов (тепловые, атомные и тд.) |
| 2. Количество генераторов | 4. КПД |

| | |
|--|---|
| <i>Вопрос 3. Холодным резервом электростанции называется</i> | |
| 1. Резерв, сосредоточенный в агрегаторах, нагрузка которых меньше номинальной мощности | 3. Резерв, сосредоточенный в одном агрегаторе, нагрузка которого больше максимальной мощности |
| 2. Резерв, сосредоточенный в агрегаторах, нагрузка которых больше номинальной мощности | 4. Резерв, сосредоточенный в неработающих агрегаторах, которые в случае необходимости могут быть быстро включены в работу |

| | |
|--|---------|
| <i>Вопрос 4. Электростанцией, НЕ предназначенной для покрытия базовых нагрузок, является</i> | |
| 1. АЭС | 3. ГАЭС |
| 2. ГЭС | 4. ТЭЦ |

| | |
|--|--|
| <i>Вопрос 5. Коэффициент поверхностного эффекта определяется по формуле</i> | |
| 1. $K_{\text{п}} = \frac{R}{r}$, где R – омическое сопротивление проводника; r – активное сопротивление проводника | 3. $K_{\text{п}} = \frac{r}{R}$, где R – омическое сопротивление проводника; r – активное сопротивление проводника |
| 2. $K_{\text{п}} = \frac{S}{\pi r^2}$, где S – площадь поперечного сечения изоляции; πr^2 – площадь поперечного сечения жилы проводника | 4. $K_{\text{п}} = \frac{\pi r^2}{S}$, где S – площадь поперечного сечения изоляции; πr^2 – площадь поперечного сечения жилы проводника |

| | |
|---|--|
| <i>Вопрос 6. Гашение дуги в выключателе происходит при</i> | |
| 1. Резком увеличении тока | 3. Значение тока не имеет никакой значимости |
| 2. Неизменном значении тока | 4. Прохождении тока через нулевое значение |
| <i>Вопрос 7. Наиболее современным решением для сетей среднего напряжения являются</i> | |
| 1. Воздушные выключатели | 3. Вакуумные выключатели |

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 2. Элегазовые выключатели | 4. Маломасляные выключатели |
|---------------------------|-----------------------------|

Вопрос 8. К особенностям конструкции и характеристик вакуумного выключателя относят

| | |
|--|---|
| 1. Исполнение на номинальное напряжение от 110 кВ и выше | 3. Большие размеры конструкции |
| 2. Сравнительно небольшие номинальные токи и токи отключения | 4. Наличие загрязнения окружающей среды |

Вопрос 9. Понятие нагревостойкости изоляции характеризуется

| | |
|--|---|
| 1. Воздействием нормированной температуры в течение нормального срока эксплуатации | 3. Воздействием тока короткого замыкания в течение нормального срока эксплуатации |
| 2. Воздействием тока короткого замыкания в течение времени его протекания | 4. Влиянием класса изоляции на нормальный срок эксплуатации |

Вопрос 10. Проверка разъединителей осуществляется по критериям

| | |
|--|----------------------------|
| 1. Включающей способности | 3. Механической прочности |
| 2. Термической и электродинамической стойкости | 4. Отключающей способности |

Вопрос 11. При проверке на электродинамическую стойкость момент инерции определяется по выражению $[J=\pi(D^4-d^4)/64]$ для

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Шин корытного сечения | 3. Шин прямоугольного сечения |
| 2. Шин сплошного круглого сечения | 4. Шин трубчатого круглого сечения |

Вопрос 12. На величину динамических коэффициентов, используемых для расчета электродинамической стойкости проводников и изоляторов, НЕ влияет:

| | |
|--|--------------------------|
| 1. Способ крепления проводника на опоре | 3. Упругость проводников |
| 2. Взаимное расположение проводников между собой (крайние и средний) | 4. Жесткость опор |

*Вопрос 13. При расчете электродинамической стойкости проводников используются частотные характеристики в функции отношения **этой** величины к частоте тока нормального режима*

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Собственной частоты проводника | 3. Электродинамической силы при КЗ |
| 2. Частоты ударного тока при КЗ | 4. Динамического коэффициента |

Вопрос 14. Особенностью, характеризующей трансформатор типа ТМГ-250/10, являются

| | |
|---------------------------------|--|
| 1. Оснащен устройством РПН | 3. Номинальное напряжение обмотки высшего напряжения 250 кВ |
| 2. Номинальная мощность 250 кВА | 4. Имеет систему охлаждения с принудительной циркуляцией масла и воздуха |

Вопрос 15. Элемент конструкции трансформатора, служащий для компенсации колебаний уровня масла – это

| | |
|-----------------|-------------------------|
| 1. Газовое реле | 3. Расширительный бак |
| 2. Радиатор | 4. Термосифонный фильтр |

Вопрос 16. Величина допустимой перегрузки силового трансформатора согласно ГОСТ 14209-85 НЕ зависит от

| | |
|--|---------------------------------|
| 1. Температуры охлаждающей среды (воздуха) | 3. Продолжительности перегрузки |
| 2. Типа охлаждения трансформатора | 4. Мощности трансформатора |

Вопрос 17. Отличительной особенностью энергосберегающих трансформаторов на аморфных сплавах по сравнению с традиционными из электротехнической стали НЕ является

| | |
|--|--|
| 1. Меньшее значение потерь холостого хода | 3. Большее значение тока холостого хода |
| 2. Меньшее значение потерь короткого замыкания | 4. Меньшее значение напряжения короткого замыкания |

Вопрос 18. Трансформаторами, имеющими возможность регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой, являются



| | |
|---------|---------|
| 1. A, B | 3. A, D |
| 2. C, D | 4. B, C |

Вопрос 19. Схема одна секционированная система шин НЕ применяется

| | |
|---|---|
| 1. На низкой стороне подстанции | 3. В схемах питания собственных нужд электростанции |
| 2. На высокой стороне двухтрансформаторной подстанции 110/10 кВ | 4. Шины генераторного напряжения ТЭЦ |

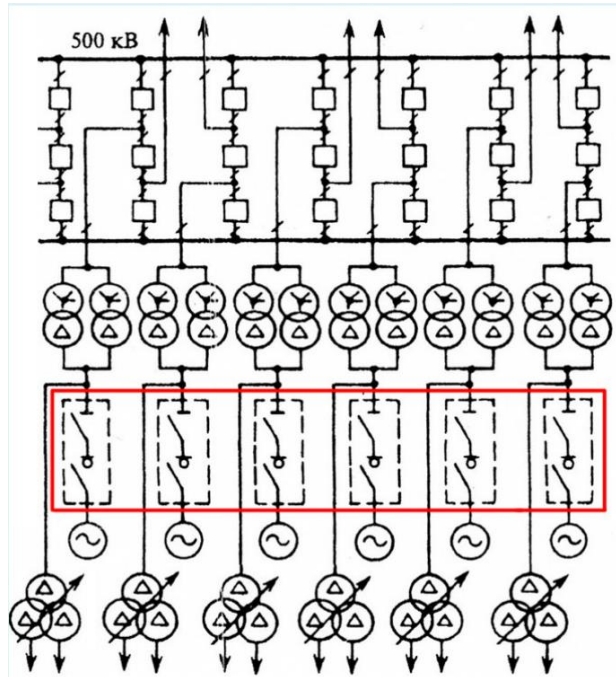
Вопрос 20. Схема электрическая принципиальная распределительного устройства подстанции 110 кВ, изображённая на иллюстрации

| | |
|---|--------------------------|
| | |
| 1. Схема треугольник | 3. Схема четырёхугольник |
| 2. Схема два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии | 4. Схема заход-выход |

| | |
|---|--|
| <i>Вопрос 21. Число выключателей меньше числа присоединений в схеме</i> | |
| 1. Мостик с выключателями в цепях линий | 3. Одна рабочая с обходной системы шин |
| 2. Треугольник | 4. Две рабочие системы шин |

| | |
|--|------|
| <i>Вопрос 22. Схемой, относящейся к группе «многоугольников», является (показаны только выключатели)</i> | |
| | |
| 1. A | 3. B |
| 2. C | 4. D |

Вопрос 23. На рисунке представлена главная схема электрической станции. Устройства, включенные в цепь генераторов (отмечено красной рамкой), предназначены для



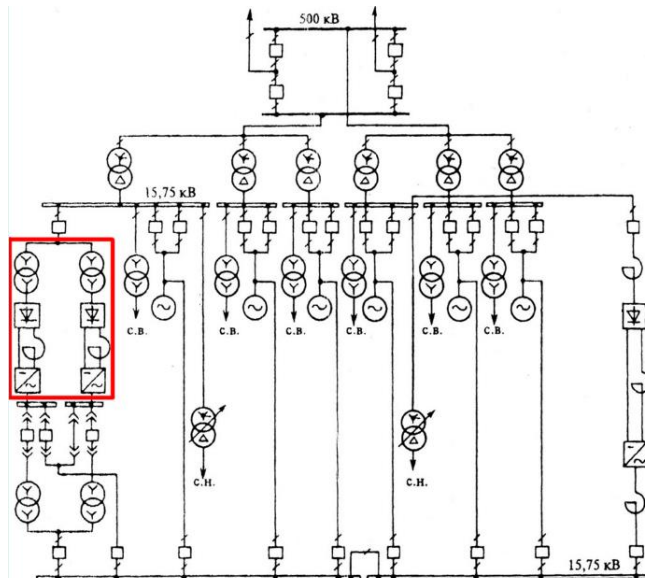
1. Коммутации цепей с большими рабочими токами

3. Реверсирования генераторов

2. Реверсирования смежных блоков

4. Ограничения токов короткого замыкания

Вопрос 24. На рисунке представлена главная схема ГАЭС. Устройства, отмеченные красной рамкой, предназначены для



1. Запуск синхронных машин в двигательном режиме

3. Ограничение токов КЗ в системе собственных нужд

2. Система питания затворов на плотине

4. Ограничение токов КЗ в РУ 500 кВ

Вопрос 25. Номинальный ток вторичной обмотки измерительного трансформатора тока составляет

| | |
|----------------|--|
| 1. 3 А или 1 А | 3. 10 А или 5 А |
| 2. 5 А или 1 А | 4. Ток не стандартизирован и может принимать разное значение |

Вопрос 26. Источниками постоянного оперативного тока являются

| | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1. Трансформаторы тока | 3. Аккумуляторные батареи |
| 2. Трансформаторы напряжения | 4. Трансформаторы собственных нужд |

Вопрос 27. Диапазоном номинальных напряжений обмоток статора, на которые изготавливаются синхронные генераторы электростанций, является

| | |
|--------------|--------------|
| 1. 10-110 кВ | 3. 6-35 кВ |
| 2. 0,4-27 кВ | 4. 0,22-6 кВ |

Вопрос 28. Рабочее заземление обеспечивает

| | |
|--|--|
| 1. Электробезопасность в нормальном режиме работы электроустановки | 3. Стеkanie токов молнии во всех режимах работы электроустановки |
| 2. Электробезопасность в аварийном режиме работы электроустановки | 4. Заземление нейтралей оборудования во всех режимах работы электроустановки |

Вопрос 29. В качестве естественных заземлителей используют

| | |
|---|---|
| 1. Металлические трубы водопровода, проложенные в земле | 3. Трубопроводы центрального отопления |
| 2. Трубопроводы канализации | 4. Любые из перечисленных трубопроводов |

Вопрос 30. Под напряжением шага понимается

| | |
|---|--|
| 1. Напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека или животного | 3. Напряжение между двумя точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю, при одновременном касании их ногами человека |
| 2. Напряжение, возникающее при протекании тока по проводнику между двумя точками | 4. Напряжение между двумя точками на поверхности земли на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека |

Вариант № 2

Вопрос 1. К основным характеристикам КЭС НЕ относится

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Мощность 2400-6000 кВт | 3. Применение органического топлива |
| 2. КПД ГТУ – 32-34%, ПГУ – 65-68% | 4. Строится рядом с водоемом |

Вопрос 2. Величина баланса активной мощности в электроэнергетической системе НЕ включает в себя

| | |
|--|--|
| 1. Нагрузку потребителей, присоединенных к сетям системы | 3. Мощность собственных нужд подстанций крупных потребителей |
| 2. Мощность, генерируемая электростанциями | 4. Потери мощности в сетях |

Вопрос 3. С учетом резервной мощности, а также требований устойчивости и надежности энергосистемы, мощность наиболее мощного агрегата, как показывает опыт эксплуатации, не должна превышать X% установленной мощности энергосистемы. X - равен

| | |
|-------|--------------|
| 1. 2% | 3. 10% |
| 2. 5% | 4. менее 1 % |

Вопрос 4. К требованиям, предъявляемым к токопроводам, относят

| | |
|--|--|
| 1. Оборудование и проводники должны проводить в течение некоторого ограниченного времени наибольшие рабочие токи соответствующих присоединений | 3. Превышение нормированных значений температур для продолжительного режима в наиболее нагретых точках |
| 2. Изоляция оборудования должны обладать достаточной электрической прочностью, чтобы противостоять минимальному рабочему напряжению | 4. Оборудование и проводники должны выдерживать тепловое и механическое действие токов КЗ |

Вопрос 5. К значительному росту поверхностного эффекта у плоских шин прямоугольного сечения приводит

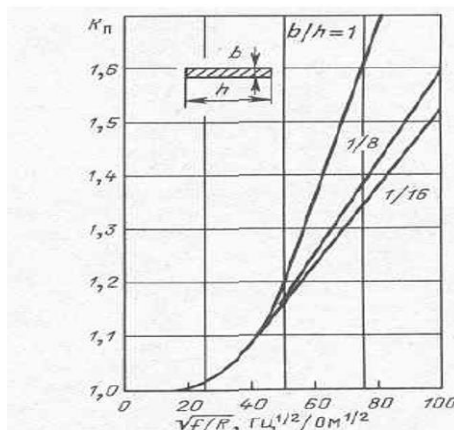


Рис. 3.1. Коэффициент поверхностного эффекта в шинах прямоугольного сечения

| | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Увеличение параметра b | 3. Увеличение параметра h |
|---------------------------|---------------------------|

| | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 2. Уменьшение параметра b | 4. Уменьшение параметра h |
|-----------------------------|-----------------------------|

Вопрос 6. Под термической стойкостью неизолированных проводников понимается способность противостоять кратковременному тепловому воздействию

| | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Тока утяжеленного режима | 3. Тока короткого замыкания |
| 2. Тока нормального режима | 4. Ударного тока |

Вопрос 7. В цепи переменного тока гашение дуги в межэлектродном промежутке происходит при

| | |
|--|--|
| 1. Прохождении тока через нулевое значение | 3. Значение тока не имеет никакой значимости |
| 2. Неизменном значении тока | 4. Резком увеличении тока |

*Вопрос 8. Баковые элегазовые выключатели **НЕ** используются в сетях напряжением*

| | |
|------------|------------------|
| 1. 6-10 кВ | 3. 110 кВ |
| 2. 35 кВ | 4. 220 кВ и выше |

Вопрос 9. Величина допустимой температуры в нормальном режиме для медных и алюминиевых неизолированных проводников равна

| | |
|----------|---------|
| 1. 100°C | 3. 70°C |
| 2. 200°C | 4. 65°C |

Вопрос 10. Ключевым критерием при проверке токопроводов на термическую стойкость, является

| | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Остаточная деформация проводника | 3. Величина интеграла Джоуля |
| 2. Величина тока КЗ | 4. Величина конечной температуры |

Вопрос 11. Нагревание стальных конструкций, расположенных в сильных магнитных полях, приводит к

| | |
|--|---|
| 1. Снижению температуры в производственных помещениях за счет усиленного теплообмена | 3. Закалке железа в железобетонных конструкциях, вследствие чего их прочность увеличивается |
| 2. Снижению прочности железобетонных конструкций | 4. Увеличению вероятности удара током при прикосновении |

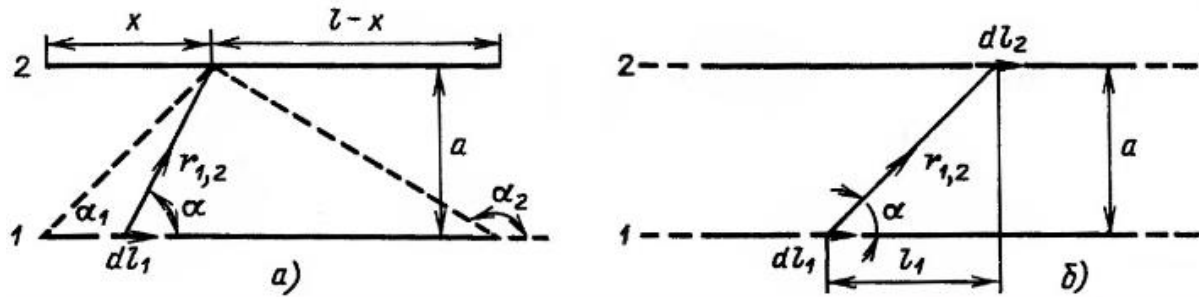
*Вопрос 12. Аппаратами, **НЕ** подлежащих проверке на электродинамическую стойкость, являются*

| | |
|------------------------------|------------------------|
| 1. Разъединители | 3. Выключатели |
| 2. Трансформаторы напряжения | 4. Трансформаторы тока |

*Вопрос 13. На величину динамических коэффициентов, используемых для расчета электродинамической стойкости проводников и изоляторов, **НЕ** влияет:*

| | |
|--|-----------------------------------|
| 1. Способ крепления проводника на опоре | 3. Резонанс и затухание колебаний |
| 2. Взаимное расположение проводников между собой (крайние и средний) | 4. Вид изолирующей среды |

Вопрос 14. Схема, соответствующая случаю электродинамического взаимодействия двух тонких параллельных проводников конечной длины представлена на рисунке



| | |
|--------------------------------|------------------------|
| 1. Ни одна из приведенных схем | 3. Схема на рисунке б) |
| 2. Схемы на рисунках а) и б) | 4. Схема на рисунке а) |

Вопрос 15. Трансформатор с расщепленной обмоткой низшего напряжения **НЕ** используется с целью

| | |
|--|--|
| 1. Связи распределительных устройств трёх различных напряжений | 3. Уменьшения числа присоединений в распределительном устройстве высокого напряжения |
| 2. Ограничения токов короткого замыкания | 4. Связи распределительных устройств двух различных номинальных напряжений |

Вопрос 16. Элемент конструкции трансформатора, служащий для непрерывной регенерации масла – это

| | |
|-----------------|-------------------------|
| 1. Газовое реле | 3. Расширительный бак |
| 2. Радиатор | 4. Термосифонный фильтр |

Вопрос 17. Допустимые систематические перегрузки трансформатора могут возникать

| | |
|---|---|
| 1. Систематически, из-за неравномерности суточного графика нагрузки | 3. Систематически, в случае аварии на ЛЭП |
| 2. Кратковременно, в случае аварии на ЛЭП | 4. Систематически, из-за постоянства суточного графика нагрузки |

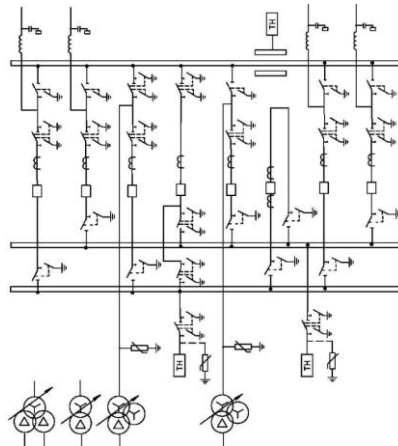
Вопрос 18. Для снижения потерь мощности в силовых трансформаторах

| | |
|---|--|
| 1. Применяют аморфные сплавы при изготовлении магнитопроводов | 3. Уменьшают сечения обмоточных проводников |
| 2. Применяют высококачественную электротехническую сталь при изготовлении обмоток | 4. Применяют системы охлаждения с принудительной циркуляцией масла |

Вопрос 19. В электрической сети напряжением 6-35 кВ на низкой стороне подстанции применяется схема

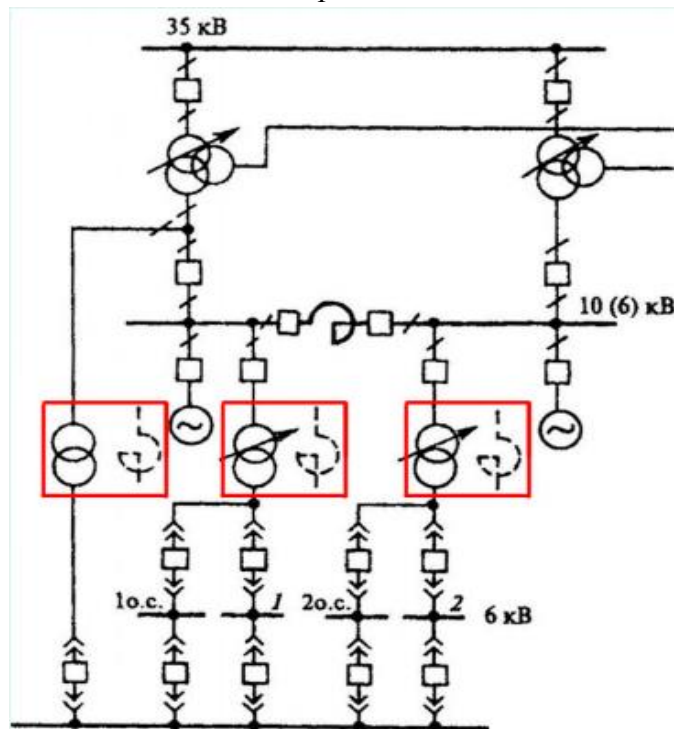
| | |
|--|---|
| 1. С одной секционированной системой шин | 3. Четырёхугольника |
| 2. 3/2 | 4. Мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепи трансформатора |

Вопрос 20. Схема электрическая принципиальная распределительного устройства подстанции 110 кВ, изображённая на иллюстрации



| | |
|---|---|
| 1. Схема четырёхугольник | 3. Схема две рабочие и обходная система шин |
| 2. Схема мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов | 4. Одна рабочая, секционированная выключателем и обходная система шин |

Вопрос 21. На рисунке представлена схема питания собственных нужд ТЭЦ. Схема предполагает возможность установки трансформаторов либо реакторов (отмечены красной рамкой). Установка того или иного элемента определяется

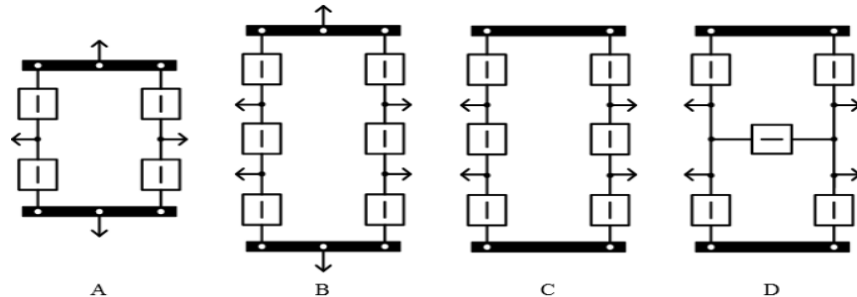


| | |
|---|--|
| 1. Номинальным напряжением шин ГРУ и СН | 3. Требованиями по компенсации реактивной мощности |
| 2. Величиной допустимых потерь электроэнергии | 4. Требованиями по обеспечению качества электроэнергии |

Вопрос 22. Пускорезервный трансформатор собственных нужд применяется для

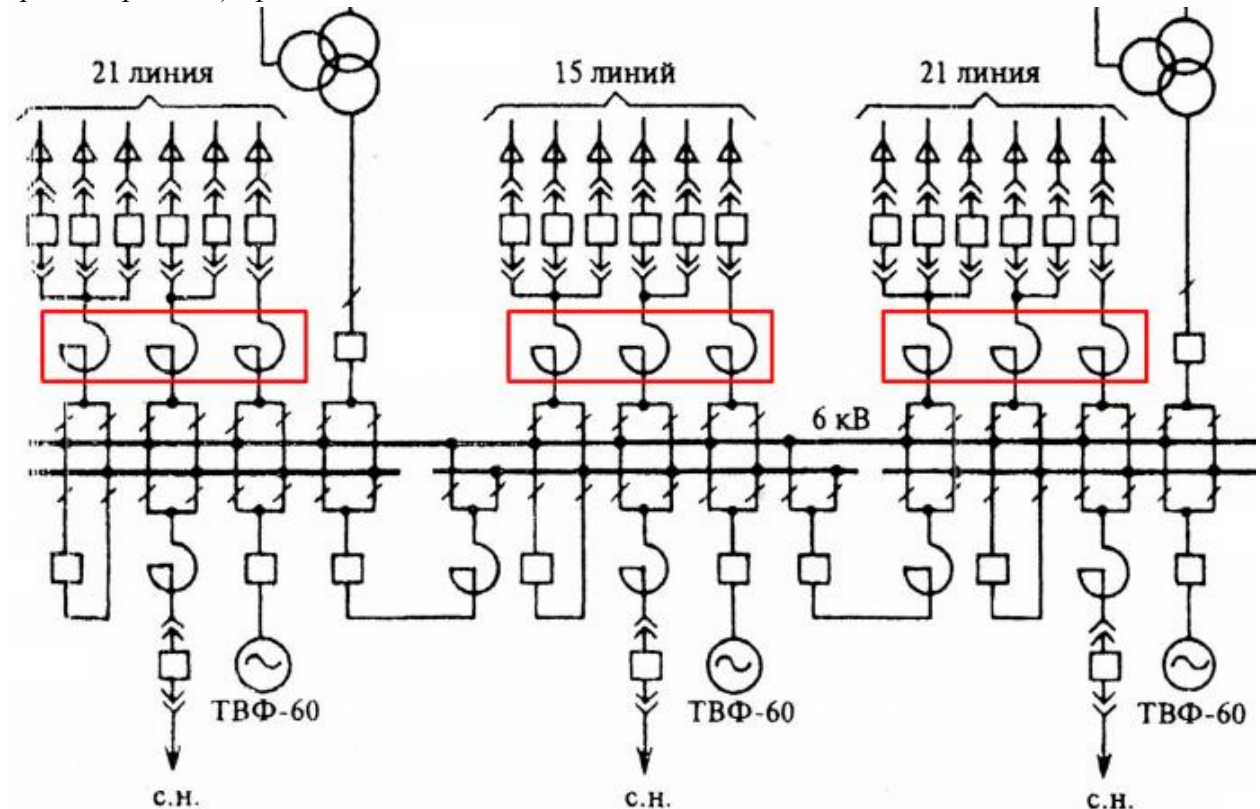
| | |
|---|--|
| 1. Выдачи мощности генераторов через удалённые узлы энергосистемы | 3. Резервирования блочных трансформаторов собственных нужд и пуска оборудования в случае аварийной остановки генераторов |
| 2. Резервирования связи генераторов с ОРУ высокого напряжения | 4. Электроснабжение собственных нужд блоков при запуске генераторов |

Вопрос 23. Схема 3/2 имеет вид (стрелками обозначены присоединения):



| | |
|------|------|
| 1. A | 3. B |
| 2. C | 4. D |

Вопрос 24. На рисунке представлена главная схема ТЭЦ. Линейные реакторы (отмечены красной рамкой) предназначены для



| | |
|---|-------------------------------------|
| 1. Ограничения снижения напряжения на шинах ГРУ | 3. Сокращения потерь электроэнергии |
| 2. Компенсации реактивной мощности | 4. Ограничения токов КЗ |

Вопрос 25. Трансформатор тока имеет

| | |
|---|---|
| 1. Первичную обмотку включаемую в измеряемую цепь и вторичную замкнутую на нагрузку | 3. Вторичную обмотку включаемую в измеряемую цепь и первичную замкнутую на нагрузку |
| 2. Обмотку высокого напряжения и две обмотки низкого напряжения | 4. Обмотку низкого напряжения и две обмотки высокого напряжения |

Вопрос 26. К источникам переменного оперативного тока НЕ относятся

| | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1. Трансформаторы тока | 3. Аккумуляторные батареи |
| 2. Трансформаторы напряжения | 4. Трансформаторы собственных нужд |

Вопрос 27. Синхронный компенсатор предназначен для

| | |
|--|--|
| 1. Генерации электроэнергии в сеть | 3. Выдачи или потребления реактивной мощности из сети |
| 2. Потребления электроэнергии из сети, преобразуя данный вид энергии в механическую энергию вращения | 4. Потребления механических колебаний на валу синхронного генератора |

Вопрос 28. Электроустановка, предназначенная для приема и распределения электроэнергии, содержащая электрические аппараты, шины и вспомогательные устройства – это

| | |
|--|---|
| 1. Распределительное устройство | 3. Камера сборная одностороннего обслуживания |
| 2. Закрытое распределительное устройство | 4. Комплектное распределительное устройство |

Вопрос 29. Защитное заземление обеспечивает

| | |
|---|--|
| 1. Электробезопасность в нормальном и аварийном режимах работы электроустановки | 3. Стеkanie токов молнии во всех режимах работы электроустановки |
| 2. Стеkanie токов молнии в аварийном режиме работы электроустановки | 4. Заземление нейтралей оборудования во всех режимах работы электроустановки |

Вопрос 30. Для защиты людей от поражения электрическим током при косвенном прикосновении в случае повреждения изоляции применяют

| | |
|--------------------------|---|
| 1. Ограждения и оболочки | 3. Основная изоляция токоведущих частей |
|--------------------------|---|

Вариант №3

Вопрос 1. Покрытие базовой нагрузки суточного графика электрической системы обеспечивается

| | |
|--------------------|--------------------|
| 1. ГАЭС, АЭС, ТЭЦ | 3. АЭС, ТЭЦ, БиоЭС |
| 2. ГЭС, ТЭЦ, БиоЭС | 4. ГЭС, ВЭС, БиоЭС |

Вопрос 2. Горячим или вращающимся резервом электростанции называется

| | |
|--|---|
| 1. Резерв, сосредоточенный в агрегаторах, нагрузка которых меньше номинальной мощности | 3. Резерв, сосредоточенный в одном агрегаторе, нагрузка которого больше максимальной мощности |
| 2. Резерв, сосредоточенный в агрегаторах, нагрузка которых больше номинальной мощности | 4. Резерв, сосредоточенный в неработающих агрегаторах, которые в случае необходимости могут быть быстро включены в работу |

Вопрос 3. Электростанцией, предназначенной для покрытия пиковых нагрузок, является

| | |
|--------|---------|
| 1. АЭС | 3. ГАЭС |
| 2. КЭС | 4. ТЭЦ |

Вопрос 4. К значительному росту поверхностного эффекта у круглых шин трубчатого сечения приводит

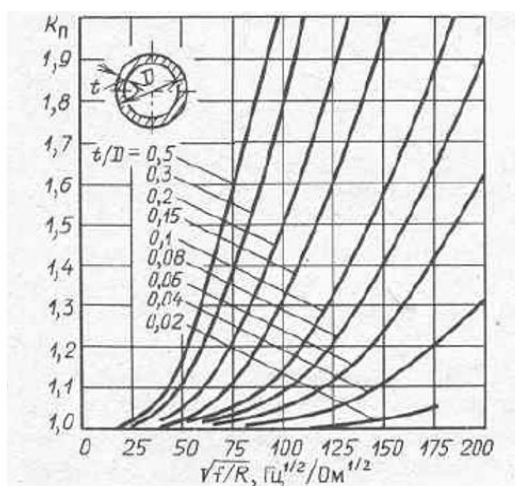


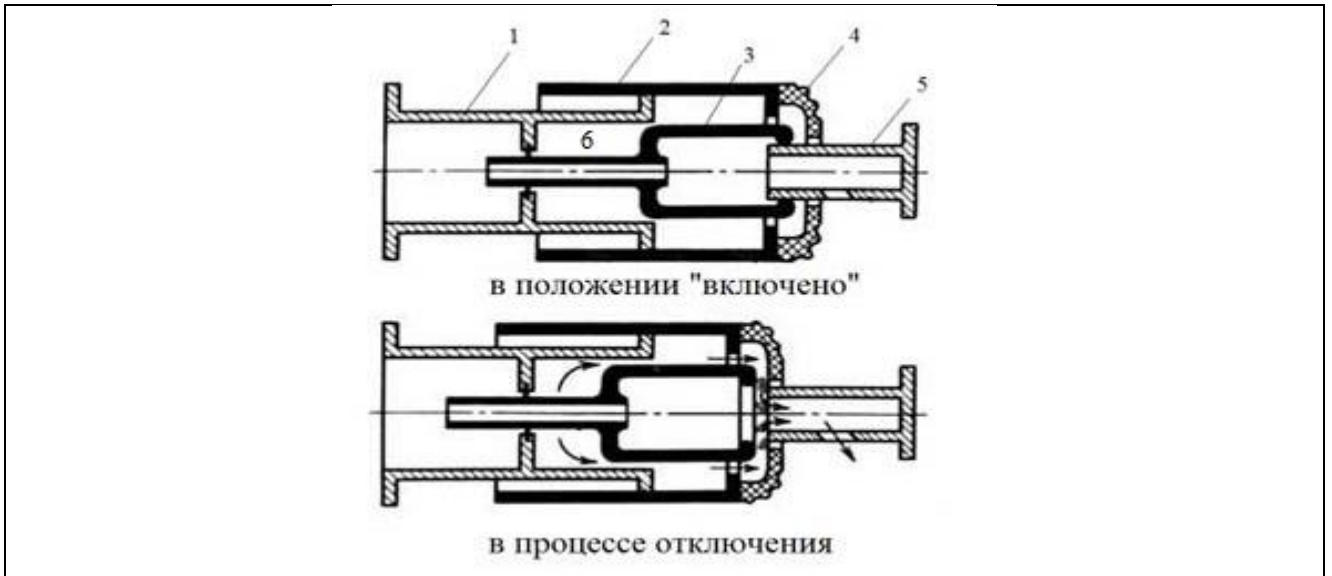
Рис. 3.2. Коэффициент поверхностного эффекта в трубах круглого сечения

| | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Увеличение параметра t | 3. Увеличение параметра D |
| 2. Уменьшение параметра t | 4. Уменьшение параметра D |

Вопрос 5. Явление поверхностного эффекта при переменном токе заключается в

| | |
|---|---|
| 1. Ухудшении теплообмена с поверхности проводника из-за наличия изоляционных проводов | 3. Зависимости площади поверхности проводника от формы поперечного сечения |
| 2. Дополнительном нагреве поверхности проводника под действием конвекции при ненулевой температуре окружающей среды | 4. Вытеснении электрических зарядов к поверхности проводника под действием электромагнитных явлений |

Вопрос 6. При размыкании контактов выключателей дуговой разряд прекращается при



| | |
|-----------------------------|--|
| 1. Резком увеличении тока | 3. Значение тока не имеет никакой значимости |
| 2. Неизменном значении тока | 4. Прохождении тока через нулевое значение |

Вопрос 7. В масляных баковых выключателях масло служит для

| | |
|--------------------------------|---|
| 1. Гашения электрической дуги | 3. Гашения электрической дуги и изоляции токоведущих частей |
| 2. Изоляции токоведущих частей | 4. Для смазки частей трансформатора |

Вопрос 8. Критерием, по которому НЕ могут классифицироваться высоковольтные выключатели, является

| | |
|---------------------------------|--|
| 1. Тип дугогасящей среды | 3. Тип конструктивной связи между полюсами |
| 2. Количество заземляющих ножей | 4. Вид провода |

Вопрос 9. Относительные интегралы V^ и Q^* , применяемые при расчете интеграла Джоуля от периодической составляющей характеризуют*

| | |
|---|---|
| 1. Параметры генераторов | 3. Величину допустимого сечения проводника |
| 2. Величину конечной температуры проводника | 4. Величину аperiodической составляющей тока КЗ |

Вопрос 10. Тепловое состояние проводника описывается

| | |
|---|--|
| 1. Уравнением теплового баланса $\Delta P dt = C dA + A \theta dt$ | 3. Уравнением Джоуля-Ленца $Q = I^2 R t$ |
| 2. Интегралом Джоуля | 4. Разностью конечной и начальной температур |

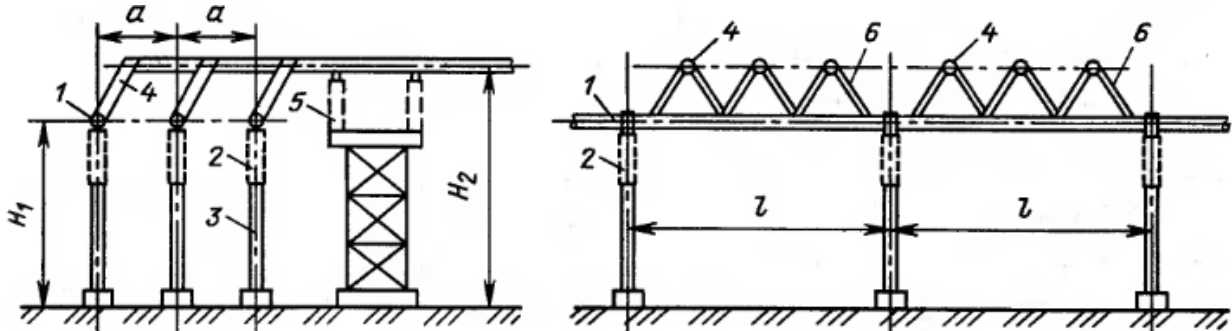
Вопрос 11. При проверке проводников на термическую стойкость считают

| | |
|---|---|
| 1. Процесс нагревания принимается адиабатическим | 3. Распределение тока КЗ по сечению проводника принимается неравномерным |
| 2. Удельная теплоемкость материала проводника является зависимой от температуры | 4. Зависимость удельного сопротивления материала проводника от температуры принимается нелинейной |

Вопрос 12. Наибольшей электрической прочностью обладает диэлектрическая среда

| | |
|-----------|---------------------------|
| 1. Воздух | 3. Элегаз |
| 2. Вакуум | 4. Трансформаторное масло |

Вопрос 13. Элемент токопровода, обозначенный цифрой 2, называется



| | |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1. Опорный изолятор | 3. Ответвление к разъединителю |
| 2. Проводник сборной шины | 4. Стальная опора |

Вопрос 14. При рассмотрении электродинамических сил в трехфазном токопроводе при коротком замыкании справедливо

| | |
|--|--|
| 1. При трехфазном КЗ на крайние проводники действуют различные по величине силы | 3. Силы взаимодействия проводников при трехфазном и двухфазном КЗ различаются |
| 2. При трехфазном КЗ на крайние проводники действуют одинаковые по величине силы | 4. Силы, действующие на крайние проводники при трехфазном КЗ определяются аналогично силам при двухфазном КЗ |

Вопрос 15. Для потерь холостого хода в трансформаторах нехарактерным является, что они

| | |
|---|--|
| 1. Увеличиваются с ростом нагрузки трансформатора | 3. Включают потери на перемагничивание и вихревые токи |
| 2. Возникают при подаче напряжения на одну из обмоток | 4. Зависят от величины номинальной мощности трансформатора |

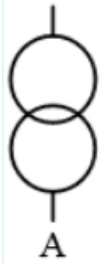

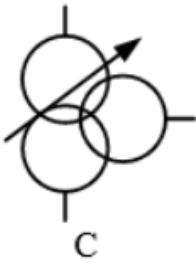
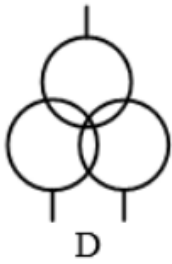
Вопрос 16. Для регулирования коэффициента трансформации могут применяться системы

| | |
|-------------|-------------|
| 1. РПР, ПБВ | 3. РПН, ПВП |
| 2. РПН, ПБВ | 4. РПР, ПРН |

Вопрос 17. Газовое реле в трансформаторе обеспечивает

| | |
|---|---|
| 1. Защиту внутреннего объема трансформатора от попадания атмосферного воздуха | 3. Контроль уровня загрязнения атмосферы продуктами распада масла |
| 2. Защиту трансформатора от внутренних повреждений | 4. Отключение радиатора при малых нагрузках трансформатора |

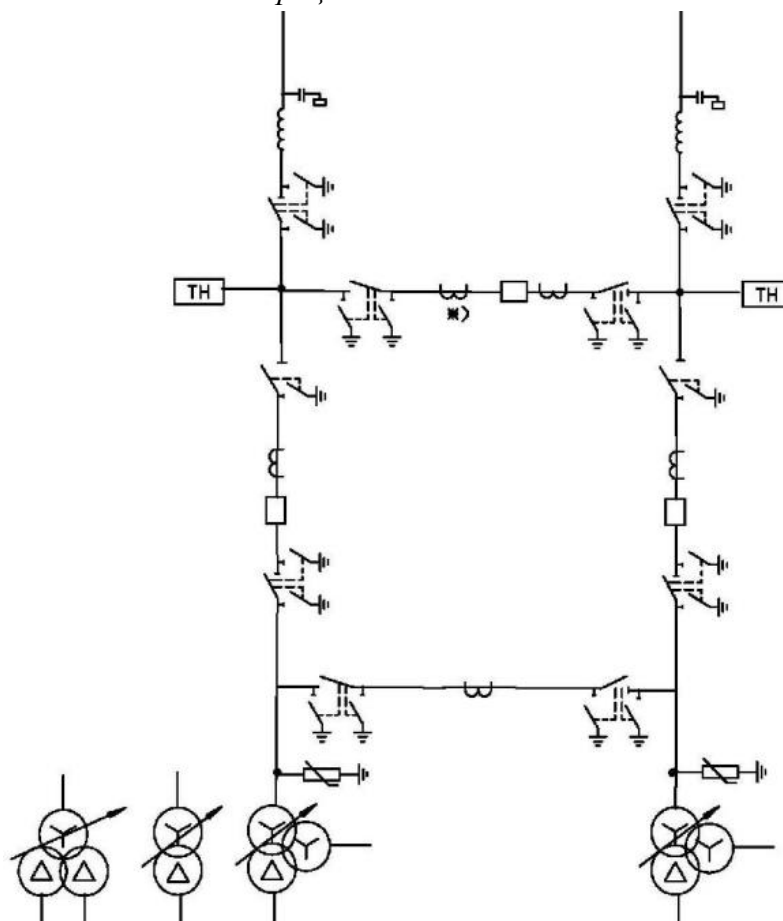
Вопрос 18. Трансформатором, характеризующимся наличием трех разных уровней напряжения, является

| | | | |
|--|--|---|--|
|  <p>A</p> |  <p>B</p> |  <p>C</p> |  <p>D</p> |
| 1. A | 3. B | | |
| 2. C | 4. D | | |

Вопрос 19. В электрической сети напряжением 110 кВ НЕ применяется схема

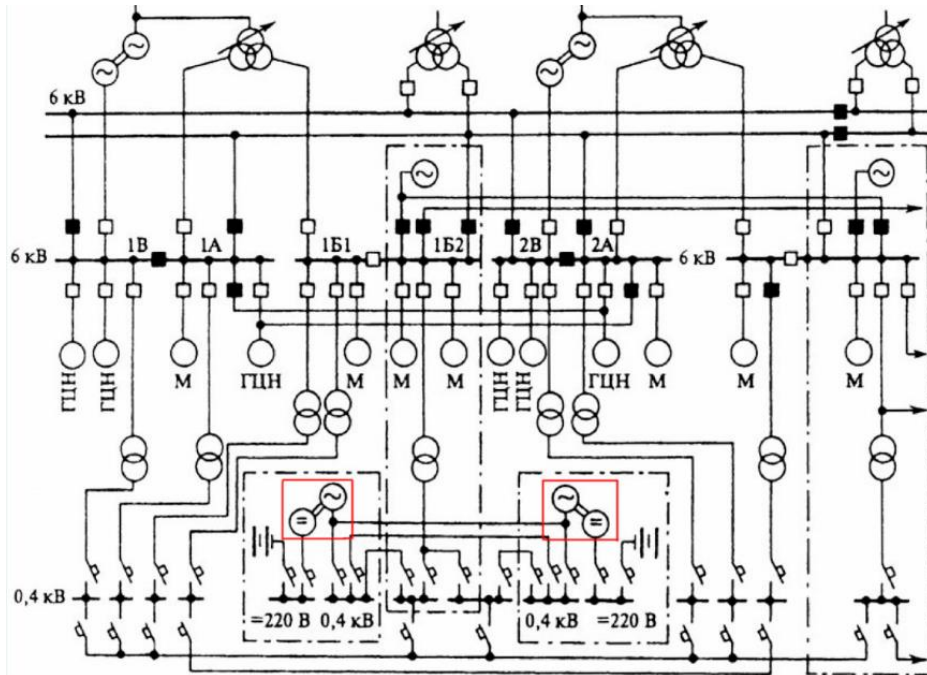
| | |
|--|--------------------------------------|
| 1. Мостик с отделителями в цепях трансформатора | 3. Одна секционированная система шин |
| 2. Две несекционированные системы шин с обходной | 4. Блок с отделителями |

Вопрос 20. Схема электрическая принципиальная распределительного устройства подстанции 110 кВ, изображённая на иллюстрации



| | |
|---|--|
| 1. Схема заход-выход | 3. Схема шестиугольник |
| 2. Схема мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов | 4. Схема две рабочие, секционированные системы шин |

Вопрос 21. На рисунке представлена схема питания собственных нужд АЭС. Устройства, отмеченные красной рамкой, представляют из себя



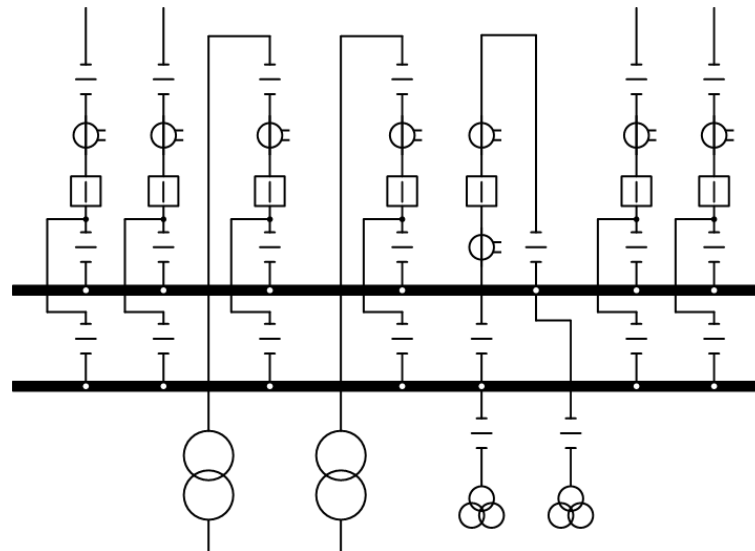
1. Резервные циркуляционные насосы

3. Главные циркуляционные насосы

2. Электромашинные выпрямители

4. Ни один из перечисленных

Вопрос 22. В схеме с двумя рабочими системами шин («двойная система шин») используются выключатели



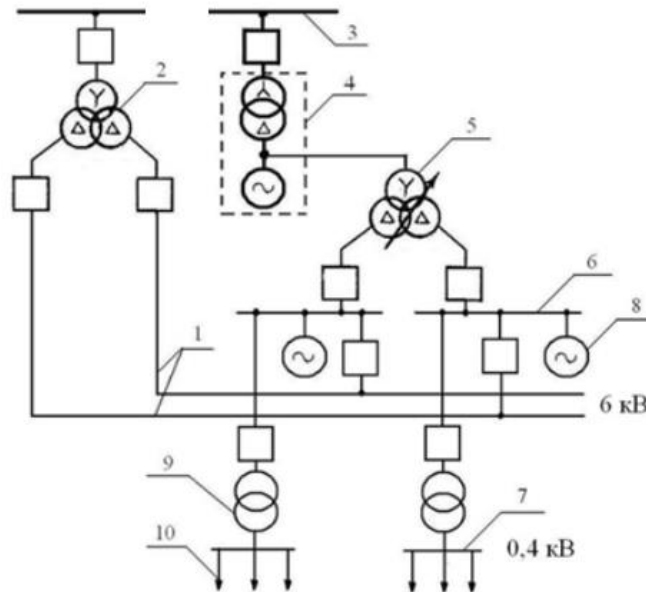
1. Линейный, шиносоединительный

3. Междусекционный, обходной

2. Обходной, линейный

4. Междусекционный, шиносоединительный

Вопрос 23. Элемент №8 структурной схемы собственных нужд является



| | |
|---|---|
| 1. Генератор электростанции | 3. Рабочий трансформатор СН с расщепленной обмоткой |
| 2. Блок генератор-трансформатор без генераторного выключателя | 4. Электродвигатель приводов собственных нужд |

Вопрос 24. Наименьшую долю установленной мощности электроприемников собственных нужд ($P_{сн}/P_{станции}$) имеет

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. КЭС на пылеугольном топливе | 3. КЭС на газомазутном топливе |
| 2. ГЭС большой мощности | 4. ГЭС малой мощности |

Вопрос 25. Измерительный трансформатор напряжения первичной обмоткой включается

| | |
|--|---|
| 1. Параллельно в цепь низкого напряжения | 3. Последовательно в цепь высокого напряжения |
| 2. Последовательно в цепь низкого напряжения | 4. Параллельно в цепь высокого напряжения |

Вопрос 26. Оперативный ток на подстанциях применяется

| | |
|--|--|
| 1. Для питания оперативных цепей | 3. 35-220 кВ с сборными шинами на этих напряжениях |
| 2. 110 -220 кВ без сборных шин на этих напряжениях | 4. 110-220 кВ со сборными шинами этих напряжений |

Вопрос 27. Наибольшей теплоотводной способностью для охлаждения синхронных генераторов обладает

| | |
|---------------------------|-----------|
| 1. Вода | 3. Воздух |
| 2. Трансформаторное масло | 4. Элегаз |

| | |
|---|---|
| <i>Вопрос 28. В качестве естественных заземлителей НЕ используют</i> | |
| 1. Металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей | 3. Металлические трубы водопровода, проложенные в земле |
| 2. Алюминиевые оболочки кабелей, проложенных в земле | 4. Свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле |

| | |
|---|--------------------|
| <i>Вопрос 29. Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью (подстанции 110 кВ и выше) при токах КЗ свыше 500 А должно иметь в любое время года сопротивление (с учетом сопротивления естественных и искусственных заземлителей)</i> | |
| 1. Не менее 0,5 Ом | 3. Не более 0,5 Ом |
| 2. Более 1 Ом | 4. От 1 до 10 Ом |

| | |
|--|---|
| <i>Вопрос 30. Под напряжением прикосновения понимается</i> | |
| 1. Напряжение между двумя точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю, при одновременном касании их ногами человека | 3. Напряжение между двумя проводящими частями или между проводящей частью и землей при одновременном прикосновении к ним человека или животного |
| 2. Напряжение, возникающее при протекании тока по проводнику между двумя точками | 4. Напряжение между двумя точками на поверхности земли на расстоянии 1 м одна от другой, которое принимается равным длине шага человека |

Приложение № 2

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

Лабораторная работа №1 «РАЗЪЕДИНИТЕЛИ»

Задание: на основе изучения конструкций и технических параметров разъединителей, выяснить их области применения, способы управления и требования к эксплуатации.

Контрольные вопросы.

1. Какие операции производятся разъединителями, какие при этом должны быть соблюдены условия?
2. Каких типов и на какие номинальные напряжения выпускаются разъединители?
3. Чем обусловлены конструктивные различия главных ножей разъединителей РВ-10/1000 и РВРЗ-2-10/2000?
4. Что такое магнитный замок, его принцип действия?
5. Какими блокировками снабжаются современные разъединители, их назначение?
6. Какие части разъединителей воспринимают электродинамические силы, возникающие при коротких замыканиях?
7. Почему недопустимо отключение разъединителей и отделителей под нагрузкой?
8. Как должен действовать оперативный персонал при выполнении операций включения и отключения разъединителей?

Лабораторная работа №2 «МАСЛЯНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ»

Задание: провести исследование работы выключателя, выяснить назначение, область применения, преимущества и недостатки современных выключателей.

Контрольные вопросы.

1. Какое назначение имеет выключатель?
2. Какие функции выполняет масло в баковых и маломасляных выключателях?
3. Перечислите основные достоинства и недостатки баковых и маломасляных выключателей?
4. С какой целью используют многократный разрыв?
5. Укажите путь протекания тока через масляные выключатели типа МКП-110М и ВМП-10 при включенном положении.

6. Какие части выключателя воспринимают электродинамические силы, возникающие при коротких замыканиях?
7. На основании проведенного опыта дайте трактовку соотношения между временем включения и временем отключения выключателя ВМП-10.
8. Объяснить назначение активных сопротивлений, встроенных в выключатель.

Лабораторная работа №3 «ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ»

Задание: оценить технические характеристики, выяснить назначение, область применения, преимущества и недостатки элегазовых выключателей.

Контрольные вопросы.

1. Каковы химические свойства элегаза, позволяющие ему гасить электрическую дугу?
2. Основные достоинства и недостатки элегаза?
3. Назовите область применения элегазовых выключателей.
4. Какие типы выключателей конкурируют с элегазовыми в различных классах напряжений?
5. Назовите основные технические характеристики элегазового выключателя.
6. Какие вы знаете типы дугогасительных камер элегазовых выключателей?
7. Зачем необходим контроль плотности элегаза?

Лабораторная №4 «ВОЗДУШНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ»

Задание: изучить систему управления, рассмотреть и проанализировать технические характеристики выключателя, выяснить область применения, преимущества и недостатки существующих воздушных выключателей.

Контрольные вопросы.

1. Какова роль шунтирующих резисторов и конденсаторов, установленных на дугогасительном устройстве выключателя?
2. Чем определяется расстояние, на которое расходятся дугогасительные контакты воздушных выключателей при их отключении, и каков порядок этой величины?
3. Каковы пути обеспечения необходимой электрической прочности разрыва в воздушных выключателях?
4. Чем отличается комплектация выключателей серии ВНВ на разные напряжения?
5. Какие типы гасительных камер используются в воздушных выключателях?
6. Какое назначение имеют отделители в генераторном выключателе ВВГ-20?

7. Поясните устройство камеры с многократным разрывом, их назначение и принцип действия.

Лабораторная работа № 5 «ВАКУУМНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ».

Задание: провести исследование работы выключателя, выяснить назначение, область применения, преимущества и недостатки современных вакуумных выключателей.

Контрольные вопросы.

1. Конструктивное выполнение и основные достоинства вакуумных выключателей.
2. Опишите процесс включения и отключения выключателя ВВ /TEL-10.
3. Как происходит гашение дуги в вакуумных выключателях? Опишите конструкцию дугогасительной камеры.
4. Опишите работу схемы управления выключателя.
5. Для чего служит разделительный трансформатор?

Лабораторная работа № 6 «ТРЕНАЖЕР МОДУС. ОПЕРАТИВНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ»

Задание: изучить принцип действия, особенности и возможности тренажера для электростанций и подстанций, выполнить задание по осуществлению оперативных переключений.

Контрольные вопросы.

1. Объяснить последовательность действий при аварийном отключении выключателя 10 кВ при КЗ на отходящем фидере
2. Объяснить последовательность действий для отключения и заземления линии 110кВ для проведения на ней ремонтных работ
3. Объяснить последовательность действий при оперативных переключениях при аварийном отключении линии 110кВ на тепловой электростанции (неуспешное дистанционное включение).
4. Пояснить назначение каждого элемента схемы тренажера.
5. В каких случаях оперативный ток необходимо снять с привода?
6. Что предусматривается в тренажере для соблюдения правил техники безопасности?
7. Пояснить предназначение и принцип действие автоматического повторного включения в данном тренажёре.
8. С какой стороны начинается процесс отключения линии электропередачи напряжением 110 кВ?

9. Пояснить необходимость каждой из операций, выполняемой в процессе производства оперативных переключений, конкретно по каждой лабораторной работе.
10. Рассмотреть возможные варианты изменения последовательности выполняемых операций.
11. Рассмотреть возможные пути ликвидации аварийной ситуации при различных вариантах её развития.

Лабораторная работа 7 «ЯЧЕЙКА КОМПЛЕКТНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА СЕРИИ ФЛЮЭЙР-100/200»

Задание: изучить конструкцию, принцип действия и особенности использования ячейки и системы управления комплектного распределительного устройства (КРУ) серии Флюэйр-100/200.

Контрольные вопросы.

1. Где используются и на какое номинальное рабочее напряжение используются ячейки КРУ?
2. Основные блокировочные устройства, обеспечивающие безопасное обслуживание ячейки.
3. Основные эксплуатационные отсеки ячейки.
4. Возможные положения выключателя относительно ячейки и соответствующие им функциональные возможности.
5. Заземляющий разъединитель – место установки, предназначение и взаимосвязь с положением выключателя.
6. Устройство и система управления приводом выключателя.
7. Основные элементы стационарной части ячейки.
8. Измерительные трансформаторы, используемые в КРЭ: назначение, конструктивное исполнение.
9. Отсек релейной защиты и управления: составные части и назначение.
10. Отсек кабельной сборки: назначение и состав.
11. Нарисовать однолинейную схему: вводной, отходящей и секционной ячейки с выключателем.

Приложение №3

ЗАДАНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практическая работа 1. Нагрузочная способность проводников

Задание: Определить продолжительно допустимые токи окрашенных трубчатых шин, выполненных из алюминия марки АДО, а также из алюминиевых сплавов АД31Т1 и 1915Т и расположенных в закрытых распределительных устройствах. Наружный диаметр шин $D = 100$ мм, толщина стенки $l = 5$ мм. При 20 °С удельное электрическое сопротивление шин из алюминия марки АДО $\rho = 0,029 \cdot 10^{-6}$, из сплавов АД31Т1 и 1915Т — соответственно, $0,0325 \cdot 10^{-6}$ и $0,0517 \cdot 10^{-6}$ Ом · м.

Практическая работа 2. Термическая стойкость

Задание: Выбрать по наибольшему продолжительному току и проверить на термическую стойкость медные шины к трансформатору СН при следующих условиях. На станции установлены два турбогенератора ТВФ-100-2 мощностью по 100 МВт; 10,5 кВ; $X_d'' = 0,191$; апериодическая постоянная времени генератора $T_{ag} = 0,3$ с.

А также два трансформатора СН мощностью по 16 МВА. При нормальной работе станции нагрузка трансформатора СН составляет 8 МВт, $\cos\varphi = 0,85$. В случае отключения одного трансформатора СН нагрузка второго удваивается.

Связь станции с сетью системы осуществляется через два трансформатора. Эквивалентное сопротивление этих трансформаторов, отнесенное к базисной мощности 160 МВА, составляет $X_c = 0,4$; апериодическая постоянная времени системы $T_{ac} = 0,06$ с. Время отключения КЗ составляет $t_k = 0,4$ с.

Практическая работа 3. Электродинамическая стойкость

Задание: Проверить на электродинамическую стойкость многопролетный токопровод 110 кВ (рисунок 1) при следующих условиях: длина пролета $l = 8$ м, расстояние между фазами $a = 1$ м. Проводники трубчатые из алюминиевого сплава АД31Т1 имеют диаметр $D = 120$ мм, толщину стенки $t = 10$ мм, массу $m' = 7,92$ кг/м. Модуль упругости материала проводника $E = 7 \cdot 10^{10}$ Н/м² , условный предел текучести $\sigma = 147$ Н/мм²

Использованы опорные изоляторы типа ОСК-10-110-А-4 (минимальная разрушающая нагрузка $P_{рз} = 21000$ Н, высота $h = 1050$ мм). Периодическая составляющая тока при трехфазном КЗ $I_{п} = 30$ кА, время паузы при АПВ $t_{п} = 0,35$ с

Практическая работа 4. Нагрузочная способность трансформаторов

Задание: Выбрать номинальную мощность и тип трансформатора для однострансформаторной понижающей ПС 110/10 кВ, предназначенной для электроснабжения потребителей III категории (централизованный трансформаторный резерв предусмотрен) с максимальной нагрузкой $P_{max} = 10$ МВт при $\cos\varphi = 0,8$. Эквивалентная температура воздуха $\vartheta_{охл} = -10$ °С зимой и 20°С летом (район Москвы). Суточные графики нагрузки в зимний и летний периоды года приведены на рисунке 1.

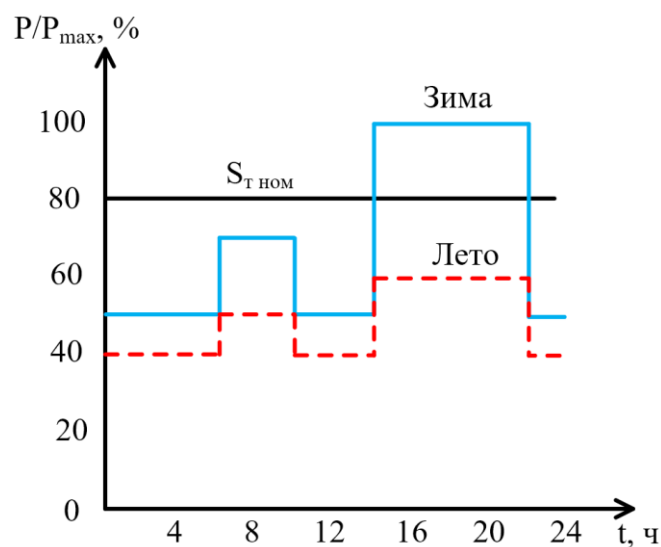


Рисунок 1 – График нагрузки однострансформаторной подстанции к заданию № 4

Практическая работа 5. Выбор способа ограничения тока короткого замыкания

Задание: Для ТЭЦ выбрать линейные реакторы на отходящих кабельных линиях 10 кВ местной нагрузки при наличии секционного реактора. Исходные данные для кабельной сети:

- число распределительных пунктов - 16;
- категория потребителей I и II;
- все линии резервированы;
- длина линий от ГРУ 10 кВ до РП - 2км;
- в линии проложены кабели с алюминиевыми жилами сечением $S = 150$ мм²;
- максимальная нагрузка каждой подстанции $P_{max} = 5000$ кВт при $\cos\varphi = 0,87$, $T_{max} = 5600$ ч;
- минимальное сечение кабелей, отходящих от РП, составляет 70 мм² (алюминиевые жилы), на линиях установлены выключатели типа ВПМ-10-20/630У3 ($I_{откл\ ном} = 20$ кА);

- начальное значение периодической составляющей начального тока КЗ на сборных шинах 10 кВ ТЭЦ $I_{n0} = 64,01$ кА.

Практическая работа 6. Расчет токов КЗ для выбора электрооборудования

Задание: При трехфазном КЗ на шинах 220 кВ ТЭЦ (точка КЗ на рисунок 2) определить начальное значение периодической составляющей тока в месте КЗ 1,0, значение периодической и аperiodической составляющих в момент времени $t = 0,06$ с, а также ударный ток КЗ.

Параметры различных элементов схемы:

- Генераторы G1 и G2: $P_{\text{НОМ}} = 110$ МВт, $U_{\text{НОМ}} = 10,5$ кВ, $\cos\varphi = 0,8$, $x_{d(\text{НОМ})}'' = 0,189$, $x_2 = 0,23$, $T_b^{(3)} = 0,41$ с.
- Трансформаторы T1 и T2: $S_{\text{НОМ}} = 80$ МВ·А, $n = 230/10,35$ кВ, $u_k = 11\%$, $\Delta p_k = 315$ кВт.
- Трансформаторы собственных нужд ТСН1 и ТСН2: $S_{\text{НОМ}} = 10$ МВ·А, $n = 10,5/6,3$ кВ, $u_k = 8\%$, $\Delta p_k = 60$ кВт.
- Реактор LR1: $U_{\text{НОМ}} = 10$ кВ, $I_{\text{НОМ}} = 4000$ А, $X = 0,18$ Ом, $\Delta p = 27,7$ кВт.
- Реакторы LR2 и LR3: $U_{\text{НОМ}} = 10$ кВ, $I_{\text{НОМ}} = 1000$ А, $X = 0,35$ Ом, $\Delta p = 5,9$ кВт
- Линии W1 и W2: $l = 150$ км, $x_{\text{ул}} = 0,429$ Ом/км, $R_{\text{ул}} = 0,098$ Ом/км.
- Система С: $S_{c \text{НОМ}} = 4000$ МВ·А, $x_{c(\text{НОМ})} = 1,1$, $X_c/R_c = 15$.

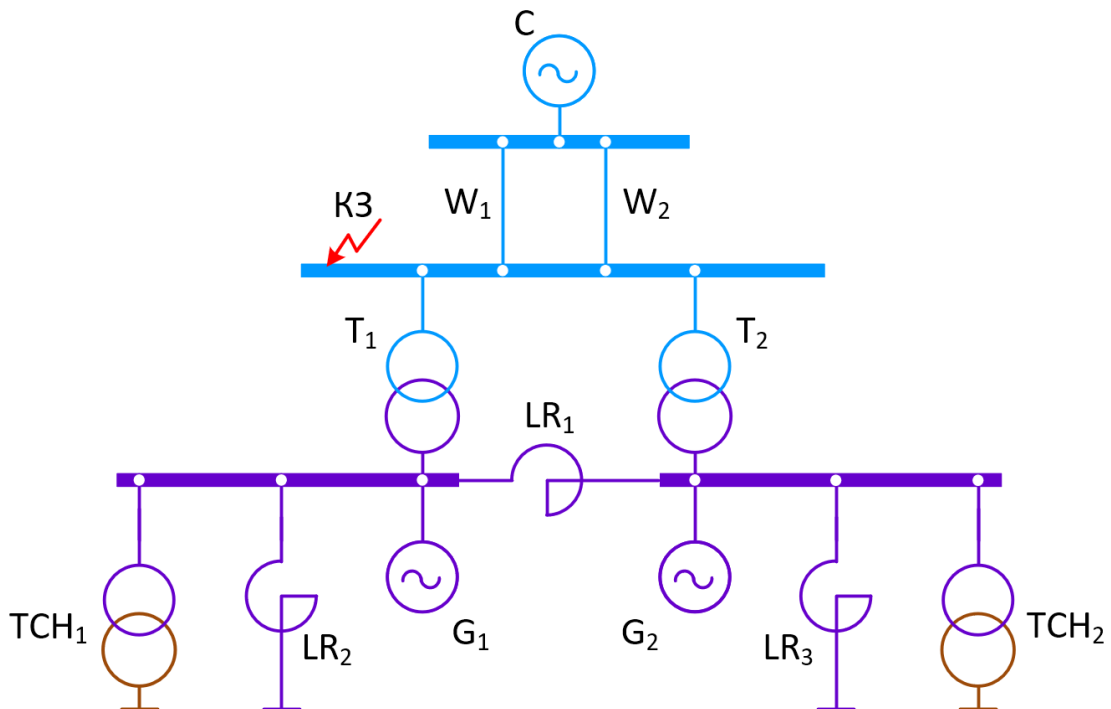


Рисунок 2 – Расчетная схема к заданию № 6

ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

(для студентов заочной формы обучения)

Задание №1

Выбрать по наибольшему продолжительному току и проверить на термическую стойкость алюминиевые шины к трансформатору собственных нужд станции при следующих условиях:

На станции, принципиальная схема которой приведена на рисунке 3, установлены два турбогенератора мощностью по S_T МВА, $U_{НОМ} = 10,5$ кВ, X_d'' , $T_{aГ}$ с, а также два трансформатора собственных нужд мощностью по S_T МВА. При нормальной работе станции нагрузка трансформатора составляет по $S_T/2$ МВт, $\cos \varphi = 0,85$. В случае вынужденного отключения одного из них нагрузка второго удваивается. Связь станции с сетью системы осуществляется через два трансформатора. Эквивалентное сопротивление этих трансформаторов в сети системы, отнесенное к базисной мощности $S_б$ МВА, составляет X_C , T_{ac} с. Время отключения КЗ – t_k с.

Исходные данные для выполнения задания №1 выбираются по указанию преподавателя из таблицы 3

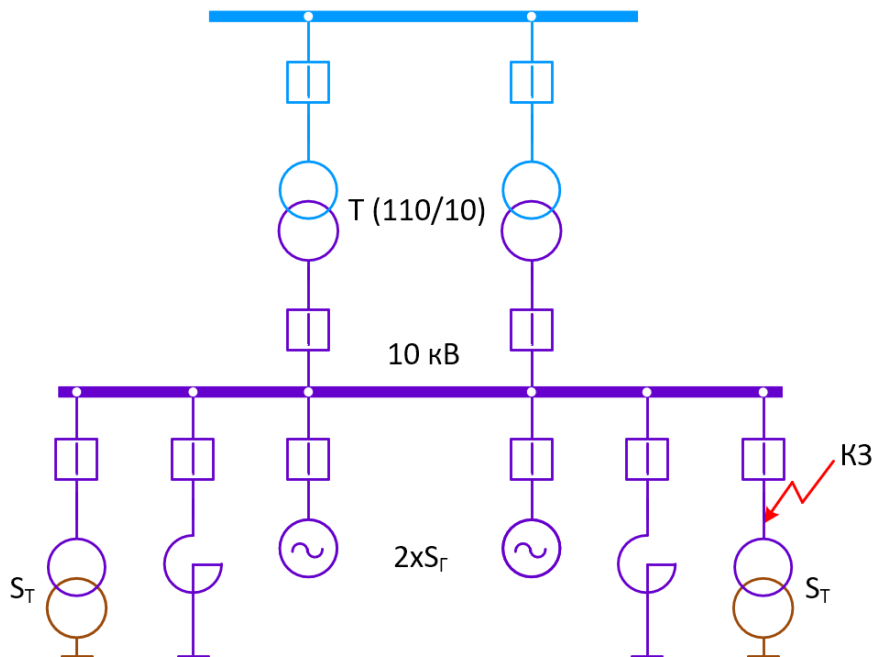


Рисунок 3 – Расчетная схема к заданию № 1

Таблица 3 – Варианты для задания №1

| Вариант | S_T , МВА | X_d'' | T_{aT} , с | S_T , МВА | S , МВА | X_C | T_{ac} , с | t_K , с |
|---------|-------------|---------|--------------|-------------|-----------|-------|--------------|-----------|
| 1 | 60 | 0,264 | 0,26 | 18 | 140 | 0,3 | 0,05 | 0,2 |
| 2 | 60 | 0,264 | 0,26 | 10 | 160 | 0,35 | 0,04 | 1,0 |
| 3 | 60 | 0,264 | 0,26 | 14 | 150 | 0,4 | 0,06 | 0,5 |
| 4 | 60 | 0,264 | 0,26 | 12 | 140 | 0,4 | 0,05 | 0,3 |
| 5 | 60 | 0,264 | 0,26 | 10 | 160 | 0,3 | 0,04 | 0,4 |
| 6 | 100 | 0,191 | 0,30 | 12 | 150 | 0,35 | 0,04 | 1,0 |
| 7 | 100 | 0,191 | 0,30 | 18 | 140 | 0,35 | 0,06 | 0,4 |
| 8 | 100 | 0,191 | 0,30 | 14 | 160 | 0,4 | 0,05 | 0,5 |
| 9 | 100 | 0,191 | 0,30 | 14 | 150 | 0,3 | 0,06 | 0,2 |
| 10 | 100 | 0,191 | 0,30 | 12 | 140 | 0,3 | 0,05 | 0,3 |
| 11 | 120 | 0,157 | 0,37 | 18 | 160 | 0,4 | 0,06 | 0,4 |
| 12 | 120 | 0,157 | 0,37 | 10 | 150 | 0,35 | 0,05 | 0,3 |
| 13 | 120 | 0,157 | 0,37 | 12 | 140 | 0,4 | 0,04 | 0,5 |
| 14 | 120 | 0,157 | 0,37 | 18 | 160 | 0,3 | 0,04 | 1,0 |
| 15 | 120 | 0,157 | 0,37 | 16 | 150 | 0,35 | 0,06 | 0,2 |

Задание №2

Определить наибольшие результирующие и изгибающие электродинамические нагрузки при трехфазном КЗ, действующие на шины, расположенные в одной плоскости (рисунок 4а), а также по вершинам прямоугольного равнобедренного треугольника (рисунок 4б) и равностороннего треугольника (рисунок 4в). Расстояние между шинами (во всех конструкциях) a м, ударный ток КЗ $i_{уд}$, кА.

Исходные данные для выполнения задания №2 выбираются по указанию преподавателя из таблицы 4.

Таблица 4 – Варианты для задания №2

| Вариант | рисунок | a , м. | $i_{уд}$, кА. | Вариант | рисунок | a , м. | $i_{уд}$, кА. |
|---------|---------|----------|----------------|---------|---------|----------|----------------|
| 1 | а | 0,4 | 45 | 9 | а | 0,5 | 55 |
| 2 | б | 0,3 | 50 | 10 | б | 0,5 | 60 |
| 3 | в | 0,5 | 55 | 11 | в | 0,4 | 45 |
| 4 | г | 0,6 | 60 | 12 | г | 0,3 | 50 |
| 5 | а | 0,3 | 60 | 13 | а | 0,6 | 50 |
| 6 | б | 0,4 | 45 | 14 | б | 0,6 | 55 |
| 7 | в | 0,3 | 50 | 15 | в | 0,6 | 60 |
| 8 | г | 0,5 | 55 | | | | |

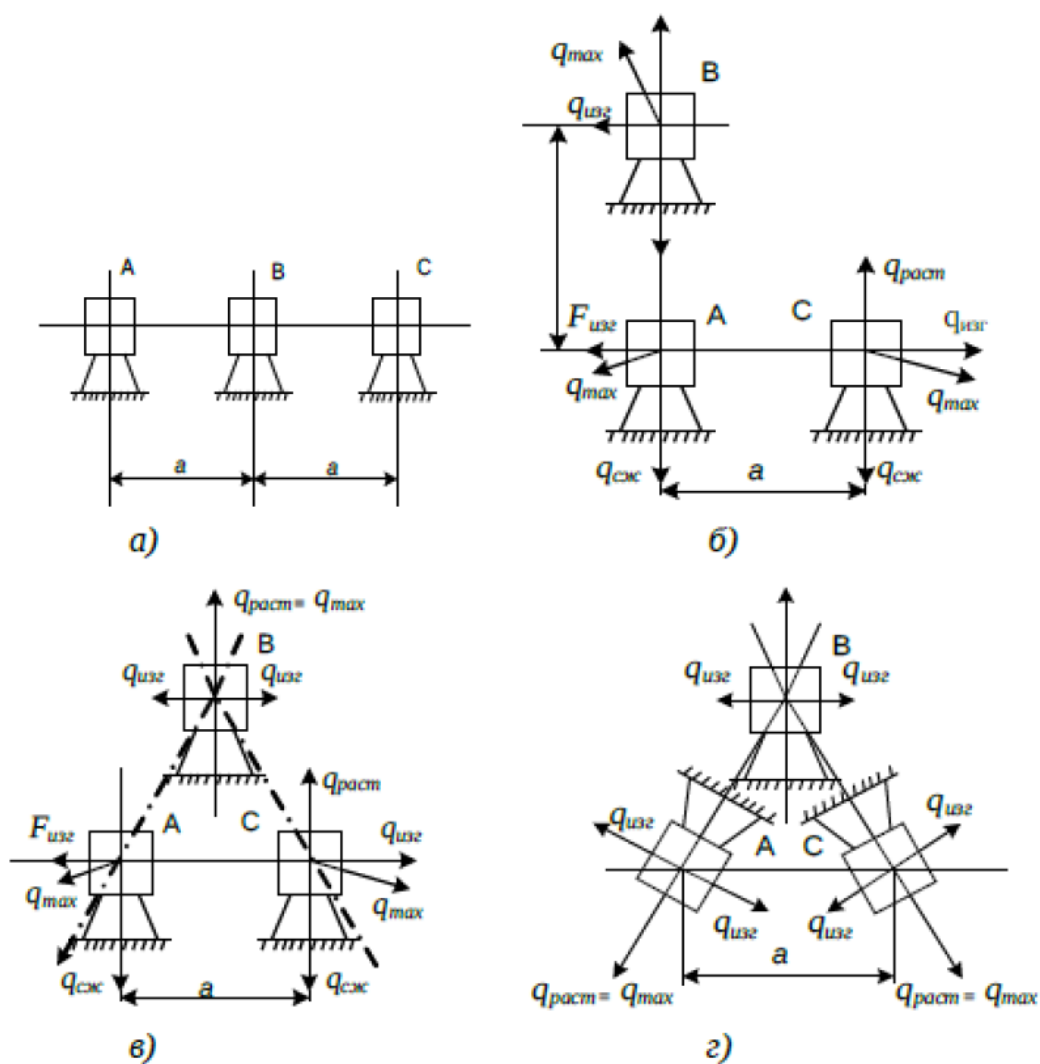


Рисунок 4 – Конфигурация шинных конструкций к заданию № 2

Приложение №5

ЗАДАНИЕ И ВОПРОСЫ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Целью курсового проекта является разработка рационального проектного решения электростанции. Тип электростанции и место подключения к сети выбирается по согласованию с преподавателем. В курсовом проекте необходимо осуществить:

1. Выбор типа и технологической схемы электростанции
2. Выбор мощности электростанции
3. Выбор площадки сооружения электростанции
4. Оценка потенциала энергоресурса
5. Расчет установленной мощности электростанции
6. Проектирование структурной схемы электростанции
7. Выбор структурной схемы
8. Выбор генераторов
9. Выбор трансформаторов связи
10. Разработка схемы присоединения к энергосистеме
11. Проектирование главной электрической схемы
12. Выбор схемы коммутации распределительного устройства 110 кВ
13. Выбор схемы коммутации распределительного устройства среднего напряжения
14. Выбор схемы коммутации распределительного устройства генераторного напряжения
15. Расчетные условия для выбора проводников и аппаратов
16. Расчет токов нормального и утяжеленного режимов
17. Расчет параметров схемы замещения
18. Расчет токов короткого замыкания
19. Выбор электрических аппаратов и проводников
20. Выбор выключателей и разъединителей
21. Выбор измерительных трансформаторов
22. Выбор ошиновки

Контрольные вопросы для защиты курсового проекта

1. Электрические станции: определения, критерии оценки эффективности.
2. Требования, предъявляемые к электрооборудованию и токопроводам электрических
3. Электрическая дуга в выключателях и методы ее тушения.
4. Нагревание стальных конструкций, расположенных в сильных магнитных полях.
5. Выбор и проверка на термическую стойкость токопроводов на электростанции.
6. Расчет однопролетных токопроводов при статической и динамической нагрузках.
7. Электродинамическая стойкость токопроводов с гибкими проводниками.
8. Синхронные компенсаторы. Основные параметры и характеристики. Область применения.
9. Тепловой режим и нагрузочная способность трансформаторов.
10. Одиночная система шин. Область применения, достоинства и недостатки.
11. Схема с двумя выключателями на цепь. Полуторная схема и схема 4/3. Чистые блоки Г-Т-ЛЭП. Область применения, достоинства и недостатки.
12. Главные схемы атомных электростанций и подстанций.
13. Источники питания собственных нужд. Общие требования к схемам питания собственных нужд.
14. Схемы собственных нужд конденсационных электростанций теплоэлектростанций.
15. Главные схемы подстанций. Способы присоединения токоприемников к сети СН.
16. Электродинамическая и термическая стойкость, выбор трансформаторов тока.
17. Выбор зарядных агрегатов. Распределение постоянного оперативного тока.
18. Требования к распределительным устройствам. Общие принципы выполнения.
1. 19.Заземляющие устройства: основные понятия, опасность замыкания на землю, роль
2. защитного заземления, удельное сопротивление грунта.

Приложение № 6

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Электрические станции: определения, критерии оценки эффективности.
2. Основные характеристики электростанций: КЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС и ГАЭС, био- и ветро-электростанций.
3. Режимы энергосистемы и участие электростанций в выработке электрической энергии, холодный и горячий резервы.
4. Требования, предъявляемые к электрооборудованию и токопроводам электрических станций и подстанций.
5. Неизолированные жесткие и гибкие проводники.
6. Изоляторы, типы и их технические характеристики.
7. Электрическая дуга в выключателях и методы ее тушения.
8. Особенности конструкций и технических характеристик различных типов выключателей.
9. Общие вопросы теории нагревания, уравнение теплового баланса. Допустимые температуры для проводников и аппаратов в продолжительном режиме. Нагревостойкость.
10. Нагревание стальных конструкций, расположенных в сильных магнитных полях.
11. Особенности процесса нагревания проводников при коротком замыкании. Термическая стойкость неизолированных проводников, электрических аппаратов и кабелей.
12. Определение интеграла Джоуля.
13. Выбор и проверка на термическую стойкость токопроводов на электростанции. Пояснить на примерах 5.1 и 5.2, приведенных в учебнике - "Васильев А.А. и другие. Электрическая часть станций и подстанций. – М.: Энергоиздат, 1990.- 576 с."
14. Простейшие случаи электродинамического взаимодействия проводников.
15. Электродинамические силы в трехфазном токопроводе при коротком замыкании.
16. Расчет однопролетных токопроводов при статической и динамической нагрузках.
17. Анализ частотных характеристик.
18. Упрощенный метод расчета электродинамической стойкости токопроводов.
19. Электродинамическая стойкость токопроводов с гибкими проводниками.
20. Комплектные токопроводы.
21. Типы синхронных генераторов, используемых на электрических станциях. Параметры, технические характеристики.
22. Синхронные компенсаторы. Основные параметры и характеристики. Область применения.

23. Силовые трансформаторы, автотрансформаторы и их характеристики. Регулирование напряжения.
24. Вспомогательное оборудование трансформаторов и системы охлаждения.
25. Тепловой режим и нагрузочная способность трансформаторов.
26. Токоограничительные реакторы: конструкция, электродинамическая и термическая стойкость, выбор.
26. Главные схемы электрических соединений. Общие сведения, критерии при выборе главных схем. Элементы главной схемы.
27. Одиночная система шин. Область применения, достоинства и недостатки.
28. Схемы мостиков и многоугольников. Область применения, достоинства и недостатки.
29. Одиночная система шин с обходной шиной, двойная система шин. Схема с двумя основными и одной обходной системами шин. Области применения, достоинства и недостатки вышеприведенных схем.
30. Схема с двумя выключателями на цепь. Полуторная схема и схема 4/3. Чистые блоки Г-Т-ЛЭП. Область применения, достоинства и недостатки.
31. Главные схемы тепловых электростанций: ТЭЦ и КЭС.
32. Главные схемы гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих станций.
33. Главные схемы атомных электростанций и подстанций.
34. Выбор главной схемы. Общие требования и рекомендации.
35. Собственные нужды электрических станций, общие сведения.
36. Источники питания собственных нужд. Общие требования к схемам питания собственных нужд.
37. Выбор мощности трансформаторов собственных нужд. Ограничение токов короткого замыкания в схемах собственных нужд.
38. Особенности питания собственных нужд тепловых электростанций.
39. Схемы собственных нужд конденсационных электростанций теплоэлектроцентралей.
40. Собственные нужды атомных электростанций.
41. Собственные нужды гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих станций.
42. Главные схемы подстанций. Способы присоединения токоприемников к сети СН.
43. Измерительные трансформаторы напряжения: технические характеристики, электрические схемы, их выбор.
44. Измерительные трансформаторы тока: типы, конструкция, технические характеристики.
45. Электродинамическая и термическая стойкость, выбор трансформаторов тока.

46. Вторичные соединения: общие требования, требования и детали схем вторичных соединений.
47. Источники постоянного оперативного тока электростанций и подстанций.
48. Выбор зарядных агрегатов. Распределение постоянного оперативного тока.
49. Источники переменного оперативного тока. Область применения.
50. Общие сведения и конструкции распределительных устройств.
51. Требования к распределительным устройствам. Общие принципы выполнения.
52. Правила устройства и основные размеры открытых и закрытых распределительных устройств.
53. Вторичные соединения: общие требования, требования и детали схем вторичных соединений.
54. Заземляющие устройства: основные понятия, опасность замыкания на землю, роль защитного заземления, удельное сопротивление грунта.
55. Конструкция защитных заземлений. Схема расчета заземления