**Вопросы к обязательной контрольной работе №2 с краткими ответами**

**1 Как происходит приём и распределение электроэнергии?**

Распределительные сети содержат понижающие трансформаторы и распределительные устройства (РУ). Трансформаторы содержатся в трансформаторных подстанциях, в основном комплектных (КТП). РУ присутствуют как в первичных цепях трансформаторов, так и во вторичных. Они содержат коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства, а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы.

Распределительные устройства могут быть открытыми (ОРУ, всё или основное оборудование расположено на открытом воздухе) и закрытыми (комплектные РУ, состоящие из закрытых шкафов и блоков).

Электрические цепи РУ могут быть первичными и вторичными. Первичные – шиноустройства и токоведущие части аппаратов. Вторичные – цепи, с помощью которых осуществляются электрические измерения, релейная защита, сигнализация, дистанционное управление и автоматизация.

**2 Как устроены силовые трансформаторы – масляные и сухие?**

Понижающий силовой трансформатор содержит магнитный сердечник из электротехнической стали, первичную обмотку высшего напряжения и вторичную обмотку низшего напряжения (может быть ещё обмотка среднего напряжения). Обмотки выполнены из меди или алюминия. В первичной обмотке трансформатора присутствует переключатель для регулировки выходного напряжения.

В масляном трансформаторе сердечник с обмотками и переключателем помещены в стальной бак, заполненный трансформаторным маслом. Выводы сделаны через крышку бака.

Сухой трансформатор имеет обмотки из медного провода, изолированные стеклопряжей. Они пропитаны глифталевым лаком и покрыты эмалью. Кожухи таких трансформаторов изготавливаются разборными, с вентиляционными отверстиями.

**3 Какова последовательность работ при монтаже трансформатора?**

1 Приёмка монтажной площадки или помещения для монтажа.

2 Приёмка трансформатора в монтаж, проверка герметичности.

3 Предварительная проверка состояния изоляции.

4 Ревизия (при необходимости).

5 Подготовка деталей и узлов трансформатора.

6 При необходимости контрольный прогрев, подсушка или сушка.

7 Заливка трансформатора маслом (после сушки).

8 Проверка изоляции после заливки масла.

9 Окончательная сборка и монтаж трансформатора и всех узлов.

10 Перекатка на место установки.

11 Испытание и наладка, пробное включение

**4 Для чего служит трансформаторное масло? Какие к нему требования? Как его очищают и сушат?**

Назначение трансформаторного масла – отвод теплоты от нагревающихся частей электрооборудования, увеличение электрической прочности пропитанной твёрдой изоляции и гашение электрической дуги в масляных выключателях.

Минимальное пробивное напряжение масла при температуре 20 **⁰**С и частоте тока 50 Гц должно быть не менее 15 кВ, кислотное число – не более 0,05 мг на 1 г масла, температура вспышки паров – не ниже +135 **⁰**С, температура застывания – не выше –35 **⁰**С.

С целью удаления вредных примесей и влаги масло циркулирует через термосифонный фильтр, наполненный селикогелем.

**5 Какие Вы знаете методы контроля влажности изоляции трансформатора?**

1 Измерение 15- и 60-секундного сопротивления изоляции обмоток и нахождение коэффициента абсорбции *R***60**/*R***15**.

2 Измерение тангенса угла диэлектрических потерь обмоток.

3 Измерение емкостей обмоток при частоте тока 2 и 50 Гц и определение отношения *С***2** /*С***50** (метод «ёмкость – частота»).

4 Определение относительного изменения Δ*С*/*С* обмоток в начале и конце осмотра в случае, если при монтаже производился осмотр активной части трансформатора без масла (метод «ёмкость – время»).

5 Измерение емкостей холодных и нагретых обмоток и определение их отношения *С***ГОР**/*С***ХОЛ**, если по условиям монтажа необходимо подогреть трансформатор в масле (метод «ёмкость – температура»).

**6 Зачем и как осуществляются контрольный прогрев, контрольная подсушка и сушка трансформатора?**

Трансформаторы подвергаются контрольному прогреву, если: имеются признаки увлажнения масла; время пребывания активной части на воздухе превышает предусмотренное инструкцией; характеристики изоляции не соответствуют нормам. Обычно прогрев осуществляют за счёт потерь в обмотках при пропускании постоянного тока.

Если при контрольном прогреве характеристики не улучшились, делают контрольную подсушку – в баке создают разрежение, равное 46 кПа, а верхние слои масла нагревают до 80 ⁰С.

Если и это не помогает, производят сушку активной части трансформатора без масла за счёт индукционных потерь в кожухе, нагреваемом вихревыми токами, создаваемыми специальной обмоткой.

**7 Как подготовить трансформатор к пробному включению?**

1 Выполнить наладку системы охлаждения.

2 Наладить работу газовой защиты.

3 Проверить и наладить работу реле уровня масла.

4 Проверить работу токовой защиты.

5 Проверить работу переключающего устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН).

6 Проверить уровень масла в расширительном бачке.

7 Проверить состояние фарфоровых изоляторов вводов и надёжность контактов в ошиновке и проводах.

8 Открыть пробки и выпустить воздух, попавший в трансформатор.

9 Удалить посторонние предметы с крышки трансформатора и убедиться в отсутствии закороток.

**8 Как монтировать изоляторы и шины?**

По способу установки изоляторы делятся на опорные и проходные. Опорный изолятор имеет чугунное основание с отверстиями или фланец со сквозным отверстием для крепления. Фарфоровый полый корпус является изолирующей деталью. Проходной изолятор имеет фланец, закреплённый в середине корпуса и токопроводящую шину внутри него.

В колпачке опорного изолятора имеются гнёзда с резьбой для крепления шинных конструкций. К токоведущей шине проходного изолятора также можно присоединить другую шину с помощью болта. Между собой шины соединяются с помощью болтов или сваркой. К резьбовым выводам аппаратов шины прикручиваются гайками.

Шину можно изогнуть на плоскость, на ребро (в нагретом состоянии), «штопором» или «уткой».

Обработка контактных поверхностей заключается в полном удалении с алюминиевых шин оксидной плёнки, с медных шин – окиси меди, а со стальных шин – ржавчины.

**9 Как устроены измерительные трансформаторы тока и напряжения? Как они подключаются?**

Измерительные трансформаторы тока имеют малое число витков первичной обмотки, чаще всего 1 виток – шина проходит через окно магнитопровода. Во вторичной обмотке больше витков, она подключается к измерительному прибору и рассчитана на протекание тока величиной до 5 А, например ТА 100/5. Существуют измерительные трансформаторы тока встроенные в силовой трансформатор. Вторичная обмотка должна быть заземлена, и если она ни к чему не присоединена – закорочена.

Измерительные трансформаторы напряжения имеют большое число витков первичной обмотки, она подключается на измеряемое напряжение. Во вторичной обмотке меньше витков, она подключается к измерительному прибору и обычно рассчитана на 100 В, например ТV 6000/100. Измерительные трансформаторы напряжения могут быть сухими и масляными, однофазными и трёхфазными.

**10 Как устроены комплектные трансформаторные подстанции? Как они монтируются?**

Комплектные трансформаторные подстанции внутренней (КТП) и наружной (КТПН) установки состоят из блока ввода высокого напряжения 6 или 10 кВ, силовых трансформаторов (одного или двух) и комплектного распределительного устройства низкого напряжения 0,4 кВ с предусмотренной проектом защитно-коммутационной аппаратурой, приборами измерения, сигнализации и учёта электроэнергии. Поставляется в собранном или полностью подготовленном для сборки виде.

Монтаж КТП включает в себя следующие операции: доставку блоков оборудования на место, их установку на закладные основания, выверку по шнуру и отвесу, стягивание болтами, приварку к основанию, электрическое соединение блоков одного с другим или прокладку сборных шин, подключение кабелей, ревизию и регулировку аппаратов.

**11 Что собой представляют комплектные распределительные устройства? Как выполняется их установка?**

Комплектные распределительные устройства внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установок предназначены для приёма и распределения электроэнергии трёхфазного переменного тока. Они набираются из отдельных шкафов со встроенными в них электрическими аппаратами, приборами измерения, релейной защиты, автоматики, сигнализации и управления.

Комплектные распределительные устройства на 6, 10 кВ могут быть двух типов: КСО (камеры сборные одностороннего обслуживания) – это устройства с камерами в которых электрооборудование, аппараты и приборы смонтированы стационарно, без выдвижения и КРУ – устройства на выкатной тележке с выдвижными элементами и в шкафах, являющихся одновременно их сплошным защитным ограждением.

Установку начинают с крайнего шкафа. Соединяют болтами корпуса блоков также начиная с крайнего. Вкатыванием тележки проверяют правильность установки шкафов КРУ. Затем их жёстко прикрепляют к основанию сварным швом в четырёх углах, обеспечивая заземление.

**12 Для чего предназначена релейная защита и автоматика?**

Релейная защита и автоматика (РЗА) предназначена для быстрого автоматического выявления повреждений [электроэнергетической системы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0) и отделения повреждённых элементов в аварийных ситуациях с целью обеспечения нормальной работы. Релейной она называется потому, что непрерывное изменение контролируемой величины при выходе за установленные границы вызывает скачкообразное изменение состояния сигнализирующего или отключающего (переключающего) исполнительного элемента. Традиционно для неё используются электромагнитные реле, которые в настоящее время всё шире заменяются микропроцессорными устройствами.

Автоматика служит для восстановления нормального режима работы электроустановок и обеспечения бесперебойной подачи энергии путём автоматического повторного включения (АПВ) или автоматического включение резерва (АВР) линий электропередачи (ЛЭП) и силовых трансформаторов.

**13 Как устроены электромагнитные реле, реле контроля тока и напряжения?**

Электромагнитные реле имеют магнитный сердечник на который намотан электрический провод. При пропускании тока по обмотке подвижная часть сердечника – якорь – перемещается и переключает контакты.

Реле переменного тока имеет участок сердечника с расщеплением, на котором часть магнитного потока охвачена короткозамкнутым витком, поэтому не отпускает при переходе контролируемой величины через ноль.

Поляризованное реле имеет постоянный магнит в составе сердечника, поэтому его работа зависит от полярности контролируемой величины.

Реле могут контролировать как ток в обмотке, так и напряжение на ней. Современные реле контроля тока и напряжения в своём составе имеют микроконтроллер. Исполнительными элементами являются электромагнитные реле с контактами.

**14 Как включают реле контроля тока и напряжения прямого действия?**

К основным реле переменного тока прямого действия относятся встроенные в приводы и масляные выключатели: мгновенные реле максимального тока РТМ, реле максимального тока с зависимой выдержкой времени РТВ, реле минимального напряжения с выдержкой времени РНВ.

Токовые реле РТМ и РТВ подключаются непосредственно в цепь тока либо к вторичным обмоткам измерительных трансформаторов тока и срабатывают в соответствии с уставками максимального тока, соответственно 5 – 200 А и 5 – 35 А. Задержка РТВ 0,5 – 4 с.

Реле минимального напряжения РНВ включают обычно непосредственно на линейное напряжение во вторичную обмотку трансформатора напряжения, оно отключает выключатель при посадке напряжения в пределах 35 - 65 % номинального с обязательным отключением ниже 35 %. Напряжение срабатывания реле не регулируется. Имеется регулировка выдержки времени от 0,5 до 9 с.

**15 Что такое дифференциальная защита?**

Дифференциальная защита чувствует разность токов в электросети, вызванную нарушением изоляции или коротким замыканием элементов.

Принцип действия продольной дифференциальной защиты основан на сравнении [токов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0) фаз, протекающих через участки между защищаемым участком линии (или защищаемым [аппаратом](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82)).

Сколько тока вошло, столько должно и выйти, иначе есть утечка.

Принцип действия поперечной дифференциальной защиты так же заключается в сравнении значений токов, но в отличие от продольной, трансформаторы тока устанавливаются не на разных концах защищаемого участка, а на разных линиях, отходящих от одного источника (например, на параллельных кабелях, отходящих от одного [выключателя](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B2%D1%8B%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C)). Если есть разница, значит в одном из кабелей замыкание.

**16 Для чего и как применяется дуговая защита?**

Дуговая защита — особый вид быстродействующей защиты от [коротких замыканий](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D1%8B%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5), основанный на регистрации открытой электрической дуги. Может реагировать на два фактора: вспышка света в отсеках распределительного устройства и повышение давления от воздействия дуги. В связи с этим может применяться только в КРУ, где все токоведущие части размещены в закрытых отсеках.

В качестве датчика давления воздуха, используются специальные разгрузочные клапаны с путевыми выключателями или мембранные выключатели.

В качестве датчиков света используются фототиристор либо волоконно-оптический датчик (ВОД). Эконом-варианты размещения ВОД - один ВОД может быть одновременно размещён и в шинных отсеках и в отсеках выкатных элементов в нескольких ячейках одной секции.

Любое короткое замыкание в КРУ должно отключаться вводным выключателем, что приводит к погашению дуги.

**17 Как для релейной защиты применяются микропроцессоры?**

Микропроцессорные устройства релейной защиты (МУРЗ) выполняют функции обыкновенных устройств РЗА на основе новой элементной базы — микроконтроллеров (микропроцессорных элементов). Сейчас внедрение МУРЗ стало одним из основных направлений в развитии устройств релейных защит. Этому способствует то, что кроме основной задачи РЗА — ликвидации аварийных режимов, новые технологии позволяют реализовать ряд дополнительных функций.

К ним относятся:

* регистрация процессов аварийного состояния;
* опережение отключения синхронных потребителей при нарушениях устойчивости системы;
* способность к дальнему резервированию.

В процессе эксплуатации выявлены не только преимущества, но и недостатки таких устройств:

* высокая стоимость;
* низкая ремонтопригодность.

**18 Что собой представляют микроконтроллеры и программируемые логические контроллеры?**

Микроконтроллер обычно изготавливается в виде единого кристалла с функциями [ядра – микропроцессора](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%B4%D1%80%D0%BE_%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B0), [шин](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D0%BD%D0%B0_(%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80)) команд и данных, [периферийных устройств](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE), [ОЗУ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%97%D0%A3) и [ПЗУ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B5%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE). По сути, это [компьютер](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80) в [чипе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0), выполняющий роль [периферийного процессора](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80).

Микроконтроллер – лучший выбор, если вы создаете систему управления с узкой областью применения. Микроконтроллеры также полезны для систем, требующих низкого энергопотребления.

Микроконтроллеры встраиваются в технологическое оборудование или используются в программируемых логических контроллерах (ПЛК).

ПЛК (точнее контроллер с программируемой логикой) использует программируемую память для внутреннего хранения ориентированных на потребителя [инструкций](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0)). Чаще всего ПЛК используют для [автоматизации технологических процессов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%A1%D0%A3_%D0%A2%D0%9F). В отличие от [микроконтроллера](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D1%80) ПЛК являются самостоятельным устройством, а не отдельной микросхемой.

**19 Для чего и как устраивают защитное заземление?**

При повреждении изоляции электрооборудования различные его металлические нетокопроводящие части могут случайно ока­заться под напряжением, создавая опасность поражения человека электрическим током. Задача защитного заземления заключается в создании между ме­таллическими конструкциями или корпусом защищаемого устрой­ства и землей электрического соединения достаточно малого со­противления.

Для заземления используют естественные заземлители – металлические или железобетонные предметы, находящиеся в земле. Если их нет или недостаточно, применяют искусственные – стальные стержни, вбитые в землю и соединённые стальной полосой. Это называется контур заземления, он соединяется с заземляемыми объектами заземляющим проводом.

Сопротивление заземления должно быть не более 2, 4, 8 Ом при напряжении питающей сети соответственно 690, 400, 230 В.

**20 Как выполняют расчёт сопротивления заземления?**

Для расчёта заземления необходимо знать удельное сопротивление грунта. По нему можно определить сопротивление растеканию тока одиночного стержня, имеющего определённую длину и забитого на определённую глубину. При этом нужно учитывать коэффициент сезонности, чтобы обеспечить нормы в самое неблагоприятное время года.

Затем определяют предварительное необходимое количество стержней и, учитывая их размещение, – длину соединительной полосы и её сопротивление растеканию тока. После этого рассчитывают результирующее сопротивление всего заземлителя с учётом экранирования стержнями друг друга и экранирования их полосой.

Если результирующее расчётное сопротивление больше или значительно меньше требуемого ПУЭ, можно уточнить длину и количество стержней, а также расстояния между ними.

**21 Как выполняется наружный контур заземления?**

Наружный контур заземления состоит из вертикальных стержней и соединительной полосы. Для их размещения необходимо вырыть траншею глубиной 0,7 м. Стержни изготавливают из угловой стали с толщиной полок 4 мм или водогазопроводных труб с толщиной стенок не менее 3,5 мм. Соединительная полоса должна быть сечением не менее 48 мм**2**, толщиной не менее 4 мм. Стержни забивают кувалдой или с помощью виброинструмента. К ним приваривают соединительную полосу, а затем и заземляющий проводник, который должен выходить на поверхность. Сварочные швы, расположенные в земле, покрывают битумом.

В последнее время для повторного заземления с нормативным сопротивлением 10 Ом стали применять одиночный стержень круглого сечения, который состоит из отдельных звеньев длиной по 1,5 м, соединяемых друг с другом, и в сумме может иметь длину 6, 7,5, 9 и т.д. метров. Он присоединяется к заземляющему проводнику зажимом.