

# Релейная защита и автоматика систем электроснабжения

Лекция № \_\_\_\_

## Введение

Составил: Кузнецов Д. Б.

**БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г.  
ШУХОВА**

**Кафедра электроэнергетики и автоматики**

**Дисциплина: «Релейная защита и автоматика»**

**Кузнецов Дмитрий Борисович**  
**+7 910 326 56 37**  
**3112bel@mail.ru**



**Релейная защита** – это совокупность специальных автоматических устройств, предназначенных для предотвращения развития аварий в электроэнергетической системе и ее элементах.

**Основные требования, предъявляемые к РЗ:**

Быстродействие

Селективность

Чувствительность

Надежность

## Быстродействие.

Быстрое отключение повреждённого оборудования или участка электроустановки уменьшает размеры повреждений, сохраняет нормальную работу потребителей неповреждённой части установки, предотвращает нарушение параллельной работы генераторов, электростанций и энергосистемы в целом. Последнее условие является главным.

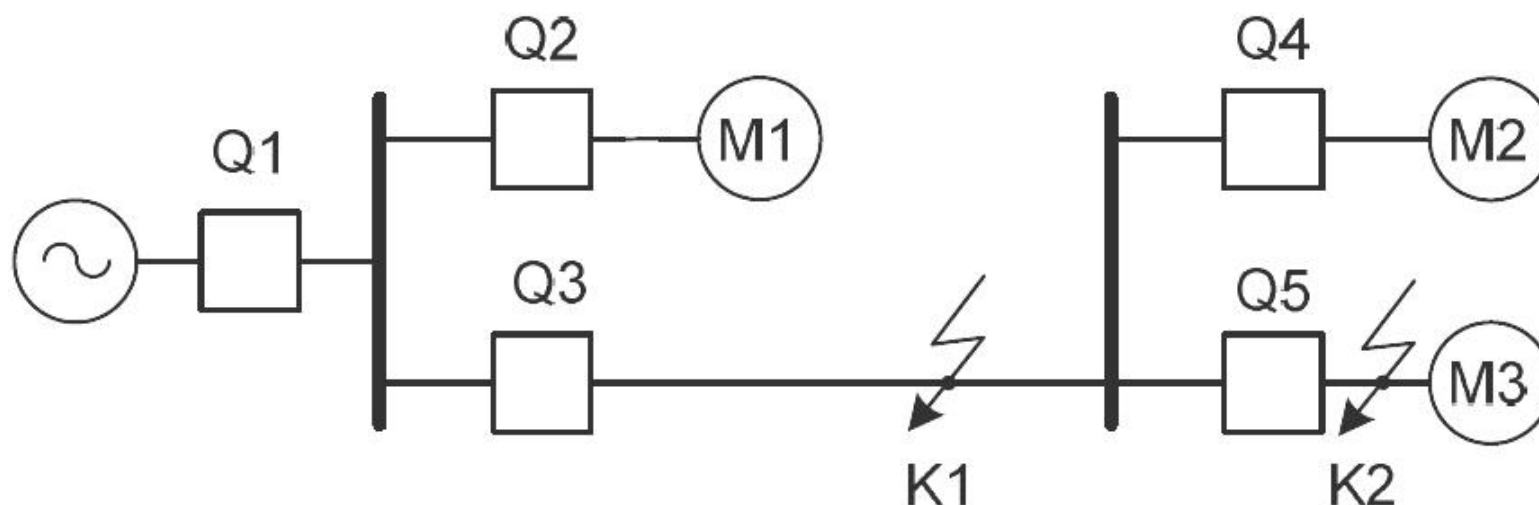
Допустимое время отключения к.з. по условию сохранения устойчивости зависит от ряда факторов, важнейшим из которых является величина остаточного напряжения на шинах электростанций и узловых подстанций энергосистемы. Чем меньше остаточное напряжение, тем хуже условия устойчивости, тем быстрее нужно отключать к.з. ПУЭ рекомендуют определять остаточное напряжение на шинах электростанций и узловых подстанций при трёхфазных к.з. в интересующей нас точке сети. *Если остаточное напряжение получается меньше 60% номинального, то для сохранения устойчивости следует применять быстродействующую защиту.*

Полное время отключения повреждения  $t_{откл}$  складывается из времени работы защиты  $t_z$  и времени действия выключателя  $t_{\epsilon}$ , разрывающего ток к.з.  $t_{откл} = t_z + t_{\epsilon}$ .

Современные устройства быстродействующей релейной защиты имеют время действия **0,02-0,1 с.**

**Селективностью** называется способность защиты отключать при к.з. только поврежденный участок сети ближайшими к месту к.з. выключателями.

### Пояснения к свойству селективности защиты



Селективное отключение: K1 – Q3; K2 – Q5.

Неселективное отключение: K1 – Q1; K2 – Q3 или Q1.

## **Чувствительность.**

Защита должна обладать такой чувствительностью в пределах установленной для неё зоны, чтобы обеспечивалось её действие в самом начале возникновения повреждения, чем сокращаются размеры повреждения оборудования в месте к.з.

Таким образом, *чувствительность – это свойство защиты, обеспечивающее выявление повреждения электрооборудования в самом начале его возникновения.*

Чувствительность защиты должна также обеспечивать её действие при повреждениях на смежных участках сети. Так, например, если при повреждении в токе  $K_2$  (рисунок) по какой-либо причине не отключается выключатель  $Q5$ , то должна подействовать защита следующего к источнику питания выключателя  $Q3$  и отключить этот выключатель. Такое действие защиты называется **дальним резервированием** смежного или следующего участка.

*Чувствительность защиты должна быть такой, чтобы она действовала при к.з. в конце установленной для неё зоны в минимальном режиме работы системы и при замыканиях через электрическую дугу.*

Чувствительность защиты можно оценить коэффициентом чувствительности  $K_{\text{ч}}$ . Для защит, реагирующих на ток к.з.

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{к. min}}}{I_{\text{сз}}}$$

где

$I_{\text{к. min}}$  – минимальный ток к.з.,  $I_{\text{сз}}$  – ток срабатывания защиты.

Коэффициенты чувствительности защит нормируются ПУЭ и величина их составляет для КЗ в защищаемой зоне  $K_{\text{ч}}=1,5$ ; в зоне резервирования —  $K_{\text{ч}}=1,2$ ; для быстродействующих дифференциальных защит  $K_{\text{ч}}=2$ .

### **Надёжность.**

Требование надёжности состоит в том, что защита должна правильно и безотказно действовать в пределах установленной для неё зоны и не должна работать неправильно в режимах, при которых её работа не предусматривалась.

Ненадёжная защита сама становится источником аварий.

При эксплуатации возможны следующие виды отказов в функционировании устройств релейной защиты:

- отказы срабатывания при требуемом срабатывании;

- излишние срабатывания при повреждениях в защищаемой зоне с требованием несрабатывания;
- ложные срабатывания при отсутствии повреждений в защищаемой зоне.

Требование надёжности обеспечивается совершенством принципов защиты и конструкцией аппаратуры, простотой выполнения, а также уровнем эксплуатации.

Требования к релейной защите от ненормальных режимов:

Защиты от ненормальных режимов также должны обладать селективностью, достаточной чувствительностью и надёжностью. Но быстродействия у защит от ненормальных режимов, как правило, не требуется.

Ненормальные режимы часто носят кратковременный характер и самоликвидируются. Например, при кратковременных перегрузках при пуске асинхронного электродвигателя быстрое отключение не только не является необходимым, но и может причинить ущерб потребителям. Поэтому действие на отключение защит от ненормальных режимов должно производиться с выдержкой времени и только тогда, когда наступает опасность для защищаемого оборудования.



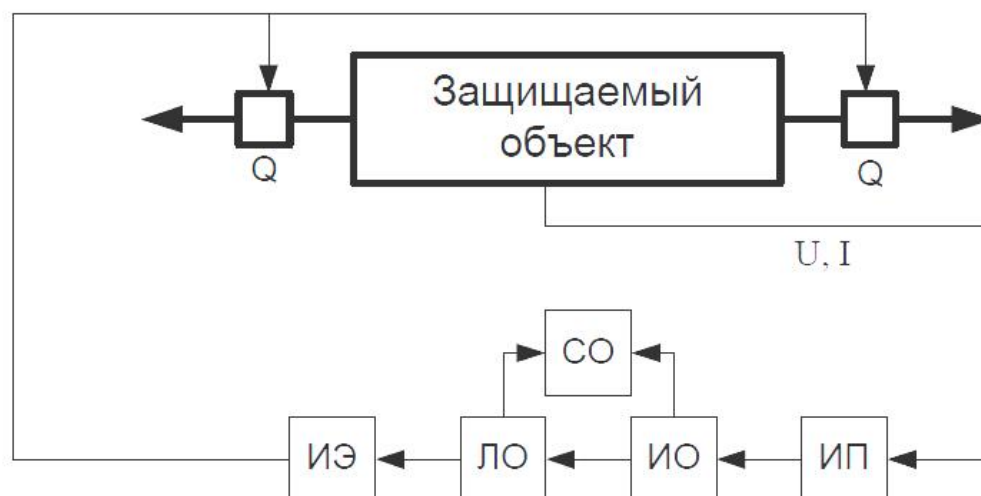
В случаях, когда устранение ненормального режима может произвести дежурный персонал электроустановки, защита от ненормальных режимов может выполняться с действием на предупредительный сигнал.

### **Основные органы релейной защиты.**

Релейная защита для выполнения функций, соответствующих её назначению, состоит, как правило, из измерительных (пусковых) органов и логической части.

Измерительные (пусковые) органы непосредственно и непрерывно контролируют состояние и режим работы защищаемого оборудования и реагируют на возникновение к.з. или нарушения нормального режима работы.

Логическая часть представляет собой схему, которая запускается измерительными (пусковыми) органами и формирует команды на отключение выключателей мгновенно или с выдержкой времени, запускает другие устройства, подаёт сигналы и производит прочие предусмотренные алгоритмом защиты действия.



ИП – измерительный преобразователь;  
ИО – измерительный орган;  
ЛО – логический орган;  
СО – сигнальный орган;  
ИЭ – исполнительный элемент.

### **Основные алгоритмы функционирования защит.**

**Защиты с относительной селективностью** – могут работать при повреждении как на защищаемом объекте, так и при повреждении соседнего элемента.

**Защиты с абсолютной селективностью** – работают только при повреждении на защищаемом объекте.

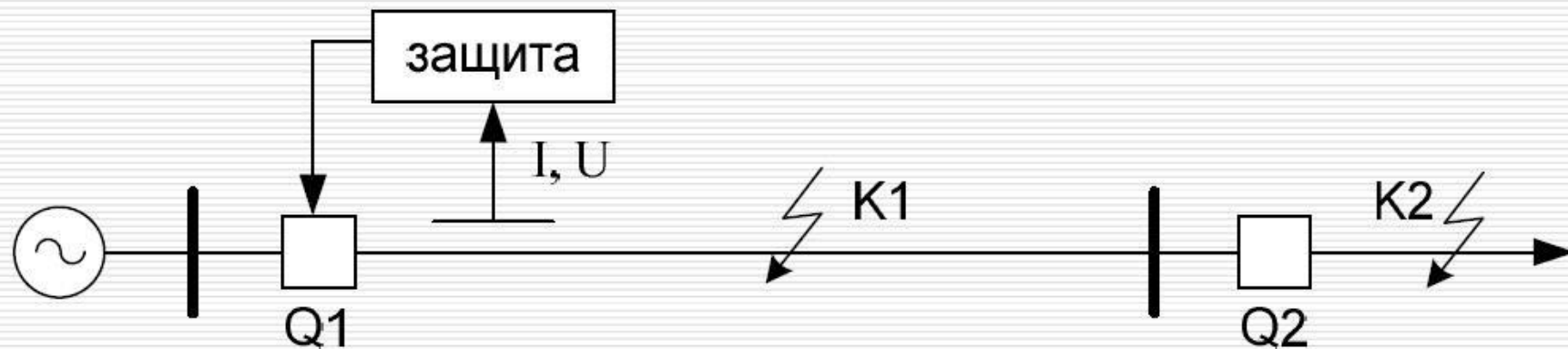
---

## Защиты с относительной селективностью.

Токовые защиты

Защиты по напряжению

Дистанционная защита



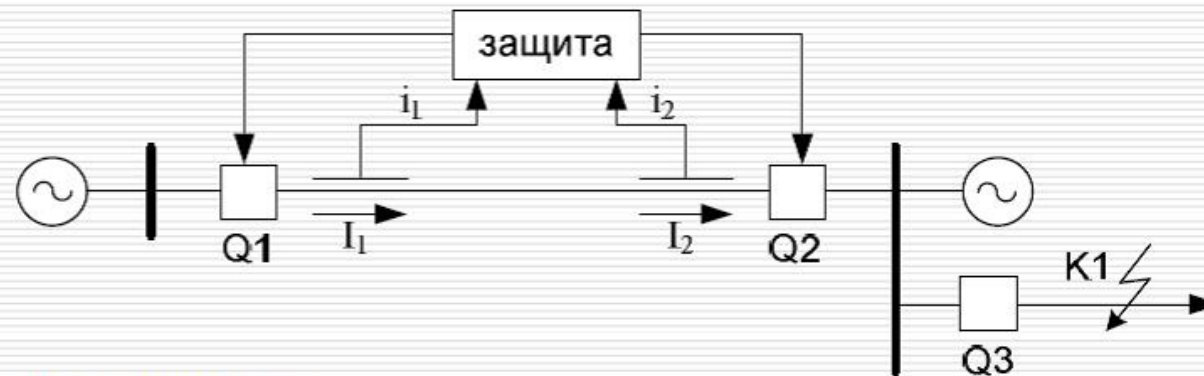
## **Защиты с абсолютной селективностью.**

К этому типу относят две группы защит:

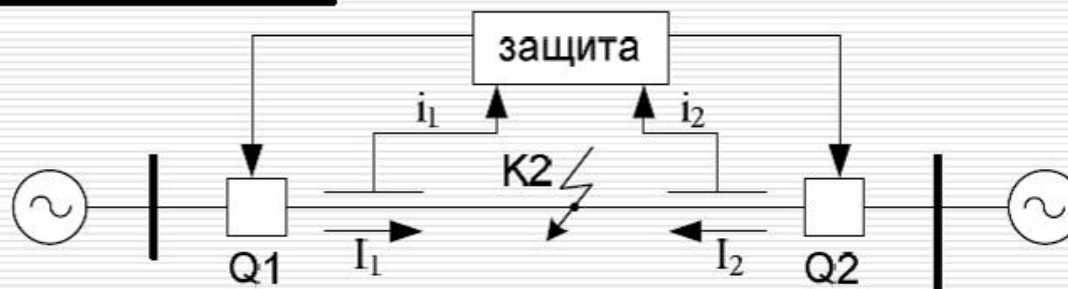
- ☐ Дифференциальные защиты
- ☐ Дифференциально-фазные высокочастотные защиты.

Принцип действия дифференциальной защиты основан на сравнении токов на входе и выходе защищаемого объекта

### Внешнее замыкание



### Внутреннее замыкание



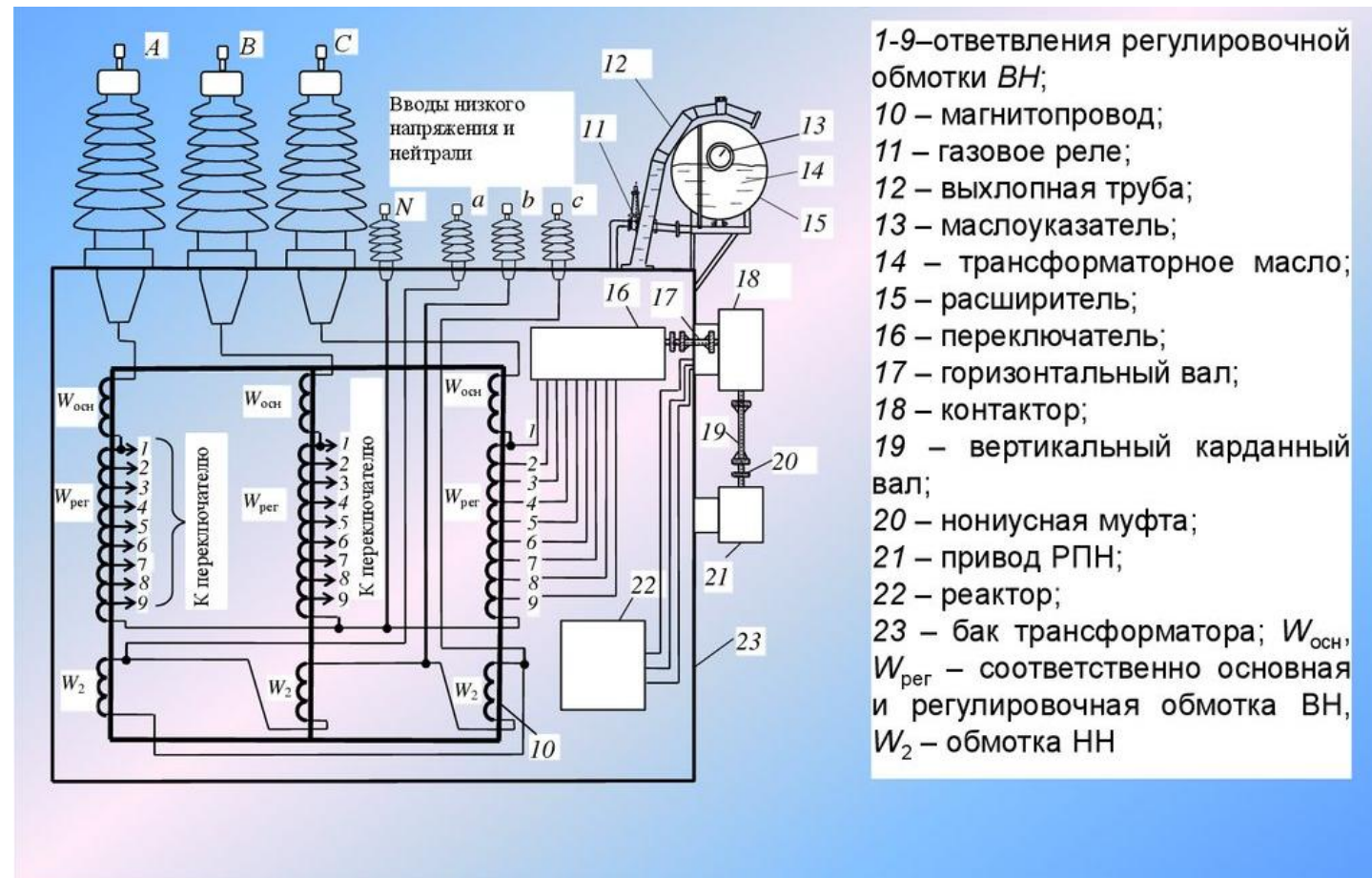
# НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКИ

## *Автоматическое регулирование напряжения силового трансформатора (АРНТ)*

АРНТ устанавливается на трансформаторах оснащенных РПН (регулятором под нагрузкой).

Автоматика регулирует уровень напряжения на шинах НН (НН и СН) трансформатора путем переключения количества витков, как правило, на стороне высокого напряжения трансформатора (в двухобмоточных трансформаторах иногда переключаются витки обмотки НН).

Трансформатор с РПН имеет несколько ответвлений (не



менее 9), которые можно переключать под нагрузкой. Поскольку число витков меняется на стороне высокого напряжения, регулирование получается обратным: наибольшему количеству витков на стороне ВН соответствует наименьшее напряжение стороны ВН. Нумерация ответвлений идет в обратном порядке: наибольшему числу витков соответствует наименьший номер ответвления (1), а наименьшему - наибольший (9, 19 и т.д.). Поэтому, для того чтобы поднять напряжение на стороне НН, нужно увеличить номер ответвления. Переключение ответвлений производится безразрывно с помощью контакторов, расположенных в специальном отсеке. Этот отсек герметически изолирован от масла в баке трансформатора и имеет специальную газовую (струйную) защиту на случай повреждения в нем.

• ***Автоматика настройки дугогасящих катушек компенсации емкостного тока замыкания на землю в сети 6-35кВ (АРК)***

Катушка компенсации емкостного тока замыкания на землю включается в нейтраль специального трансформатора, подключенного к шинам, где производится регулирование. Индуктивность катушки (ДГК) меняется с помощью переключателя ответвления - ступенчато, или плавно, перемещением железного плунжера в магнитном зазоре сердечника ДГК. В последнем случае появляется возможность плавного регулирования индуктивности ДГК. Для автоматического регулирования применяются специальные регуляторы, получившие название РАНК или АРК. Регулирование производится до момента настройки системы в резонанс (напряжений) - емкость сети равна суммарной индуктивности дугогасящих катушек,



*Фазовый.* При настройке ДГК в резонанс ток замыкания на землю активный, поэтому ток в дугогасящей катушке совпадает по фазе с напряжением нулевой последовательности сети. Таким образом, угол между током и напряжением (фаза), подаваемыми к регулятору должен быть равен  $0^0$ . На этом принципе работает регулятор РАНК.

17

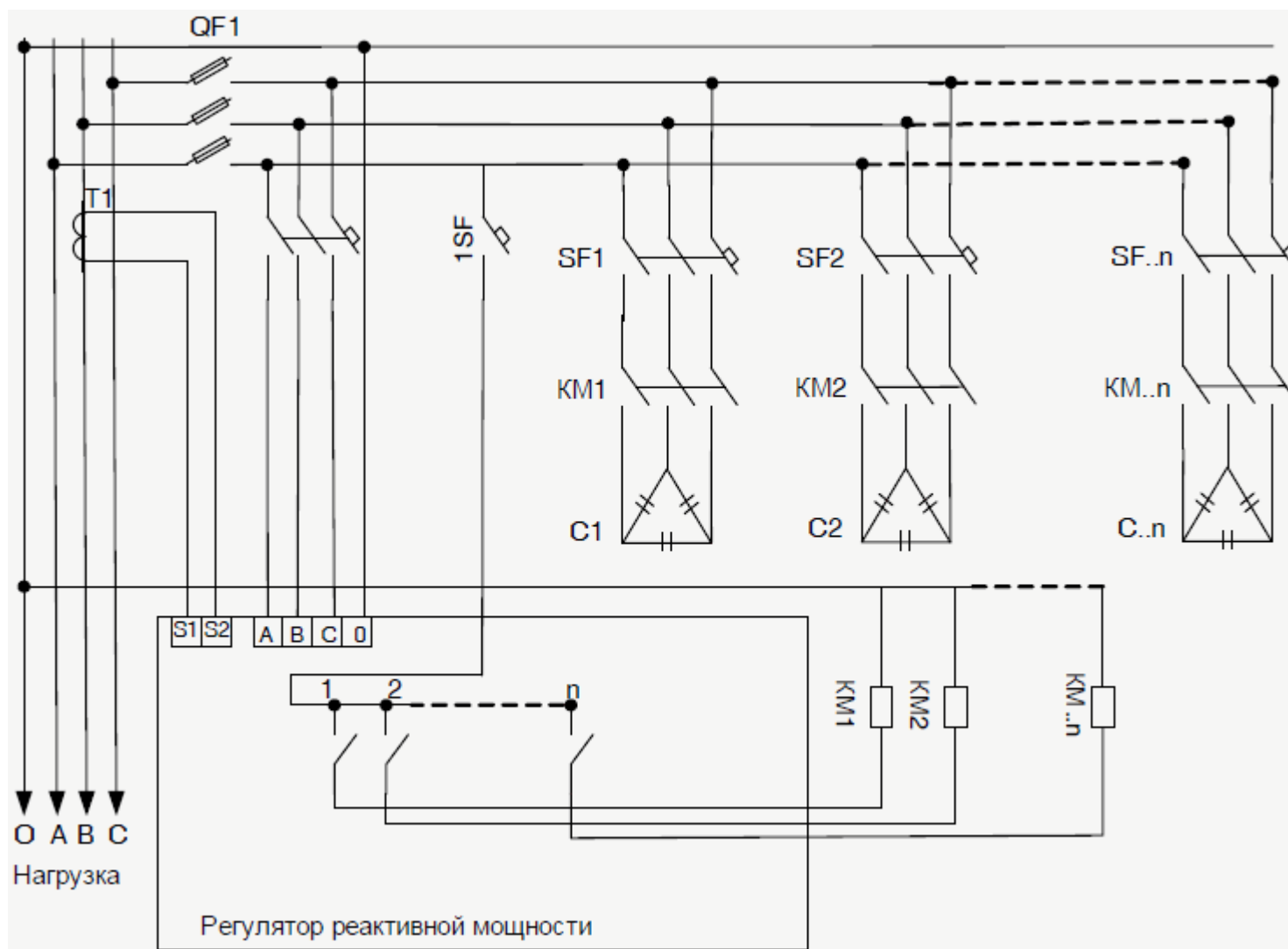


### *Автоматика регулировки батареи статических конденсаторов*

Автоматика используется для дополнительной регулировки напряжения на шинах — при пониженном напряжении включается группа конденсаторов, которая это напряжение повышает (за счет уменьшения потерь напряжения в питающей линии от перетока реактивной мощности). Кроме регулирования напряжения, эта автоматика может служить для регулирования коэффициента мощности (косинус «фи») в электроустановках потребителей. Очень часто потребителей обязывают поддерживать  $\cos\varphi$  своей электроустановки на уровне 0.95, что и выполняется путем подключения регулируемой батареи конденсаторов. При регулировке напряжения используются 2 реле напряжения: реле повышения напряжения отключает группу конденсаторов, а реле понижения напряжения ее наоборот включает. При регулировке  $\cos\varphi$  используется реле реактивной мощности, установленное на стороне НН силового трансформатора (на кабельном вводе). Если подстанция принимает реактивную мощность больше определенной уставкой величины, включается дополнительная



секция батареи, если она выдает эту мощность в сторону питающей линии, то батарея конденсаторов должна быть отключена.



- ***Автоматика охлаждения силовых трансформаторов***

Автоматика применяется для управления охлаждением масляных трансформаторов. Существуют три системы принудительного масляного охлаждения:

**Д** — дутьевое охлаждение: на охладителях трансформаторов устанавливаются дутьевые вентиляторы, обдувающие их воздухом. Масло в охладители поступает путем естественной циркуляции. Такая автоматика охлаждения работает по следующему принципу: вентиляторы включаются, если ток нагрузки трансформатора достигает номинального, независимо от температуры, или если температура верхних слоев масла достигает  $+ 55^{\circ}\text{C}$ , независимо от величины тока. Вентиляторы отключаются, если ток в трансформаторе снижается ниже 0,85-0,9 номинального (уставка определяется током возврата токового реле, пускающего охлаждение), и при этом отсутствует независимый пуск по температуре, а также в случае снижения температуры ниже  $+ 45...50^{\circ}\text{C}$ , при отсутствии пуска по току нагрузки. Все охладители управляются одновременно. Таким образом, в схеме автоматики предусматривается два независимых пуска - по току и по температуре масла.

**ДЦ** — дутьевое охлаждение с принудительной циркуляцией масла. Устанавливается на трансформаторах и автотрансформаторах большой мощности. Масло через охладители прокачивается специальными маслососами. Обычно такая система содержит 4 охладителя, или группы охладителей. Первая группа включается при подаче на трансформатор напряжения. Вторая группа включается, когда ток через

трансформатор превысит 40% номинального. Третья группа включается, если ток трансформатора превышает 80% номинального, или температура масла превысит 50°C. Четвертая группа является резервной и включается автоматически при отключении любой группы. Уставки даны условно, они определяются заводской инструкцией по эксплуатации системы охлаждения трансформатора.

**Ц** — циркуляционное охлаждение - применяется на автотрансформаторах и трансформаторах очень большой мощности. В этой системе масло прокачивается через промежуточные охладители,

которые в свою очередь охлаждаются циркулирующей через них водой. Схема и уставки автоматики охлаждения определяются конструкцией трансформатора.

Практически все трансформаторы большой мощности в распредсетях имеют систему охлаждения **Д**.

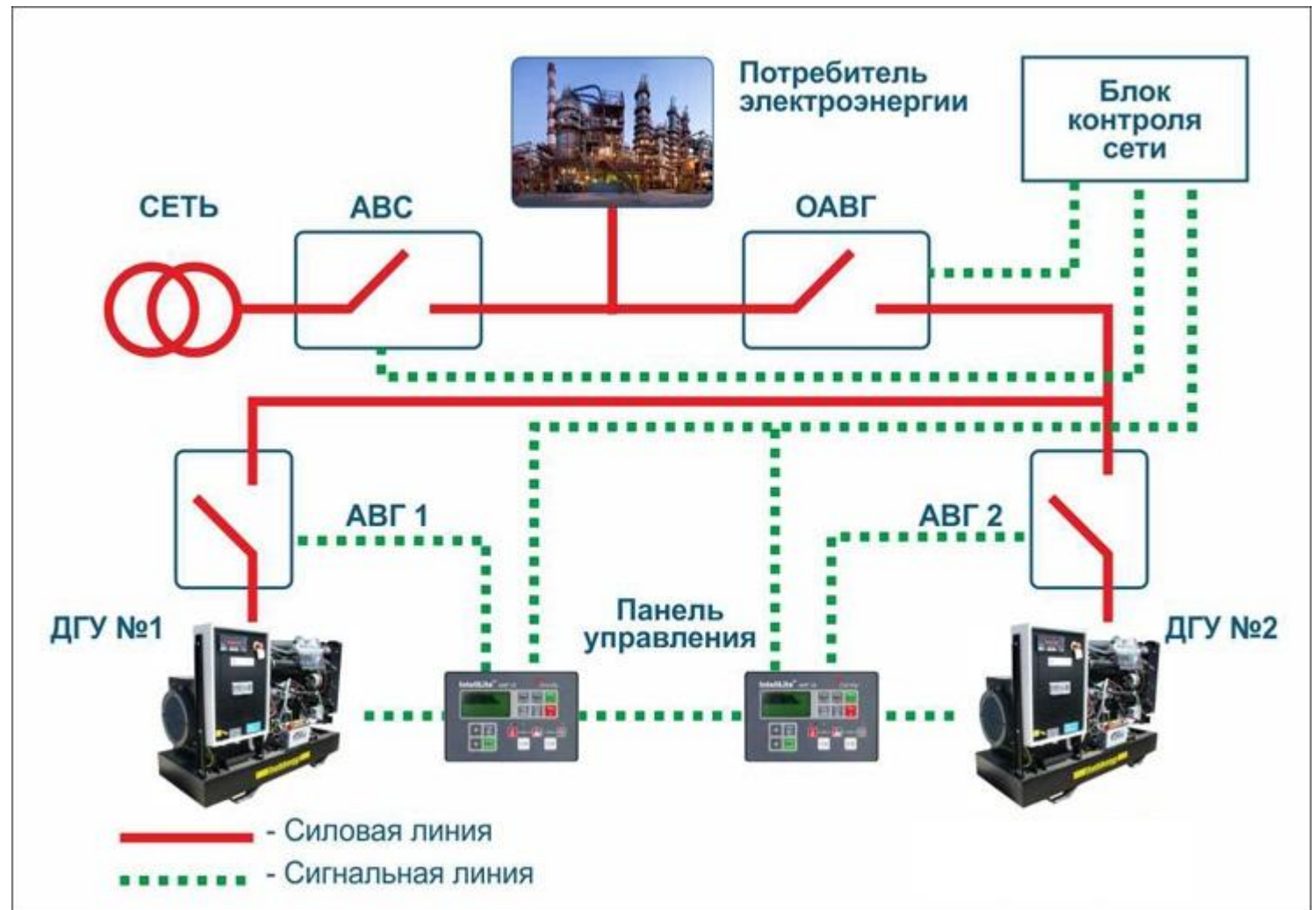
Трансформаторы малой мощности имеют естественное масляное охлаждение, при котором радиаторы охлаждаются путем естественной циркуляции воздуха.





- *Автоматика точной синхронизации*

Автоматика точной синхронизации обеспечивается устройством называемым автосинхронизатором. Он срабатывает при приближении частоты вращения к номинальной и напряжения на генераторе к номинальному. На автосинхронизатор подается напряжение системы и генератора. Частота генератора



подгоняется к частоте системы, напряжение генератора подгоняется к напряжению на шинах. Команда на

включение генератора подается после подгонки с опережением, равным времени включения выключателя таким образом, чтобы момент включения совпал с моментом совпадения фаз.

• ***Определение места повреждения линий электропередачи (ОМП)***

Поиск места повреждения на линии представляет сложную задачу из-за значительной длины линии и бездорожья в тех местах, где она обычно проходит. Поэтому, все линии напряжением 110 кВ и выше длиной свыше 20 км должны оснащаться средствами определения места повреждения. Желательно иметь такие средства и для линий меньшего напряжения и длины. Наиболее просто выглядит определение места короткого замыкания по его электрическим параметрам: току, напряжению, сопротивлению, которые изменяются при переносе точки КЗ вдоль линии. Параметры короткого замыкания запоминаются специальными приборами, называемыми фиксирующими, или осциллографами, а затем, по полученным данным, производится расчет места повреждения. Микропроцессорные защиты, как правило, запоминают параметры аварийного режима, при которых работала защита, и их можно использовать для расчета. Более сложные

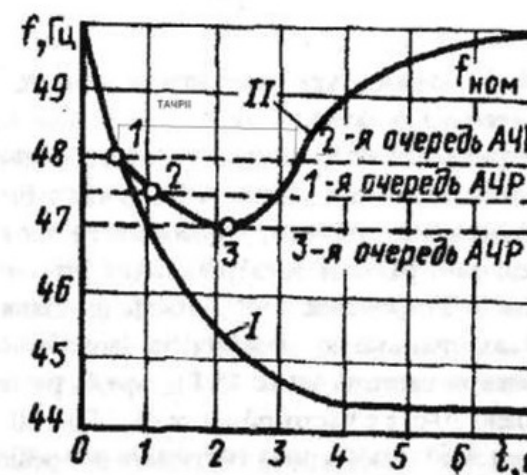




устройства (дистанционные) защиты обладают встроенной функцией определения места повреждения. Место повреждения такими устройствами определяется по односторонним замерам непосредственно в километрах.

• **Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и АПВ после АЧР (ЧАПВ)**

Устройства АЧР и ЧАПВ предназначены для поддержания частоты в допустимых пределах, при отсутствии в энергосистеме вращающегося резерва для ее поддержания на нужном уровне. При снижении частоты ниже заданного уровня начинают ступеньками отключаться потребители до тех пор, пока частота не достигнет длительно допустимого уровня. При появлении дополнительной генерации частота повышается, это повышение фиксируется измерительными органами ЧАПВ, и также ступеньками начинается включение потребителей, пока частота не опустится ниже уставки ЧАПВ, что означает исчерпание появившегося резерва мощности.

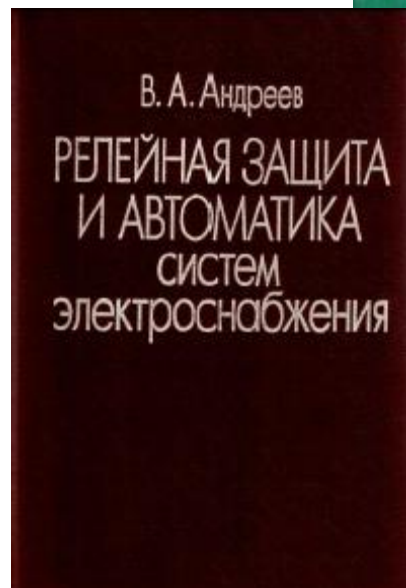
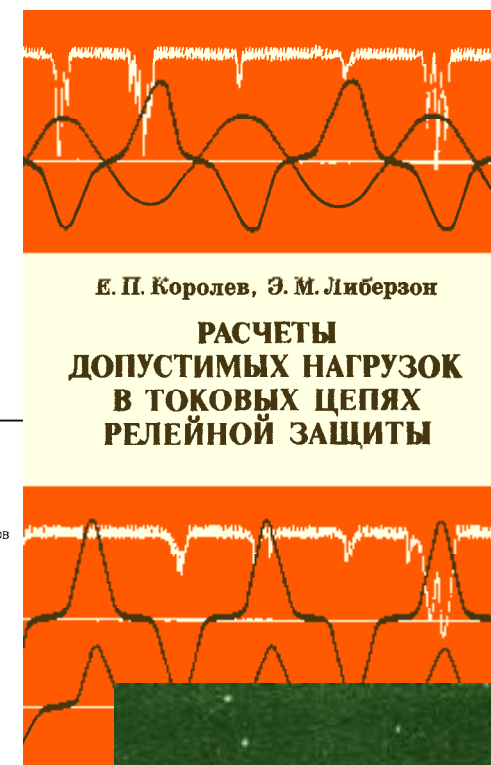
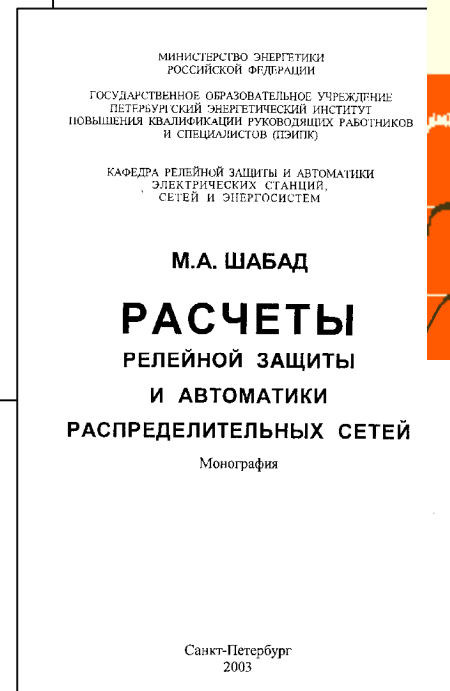
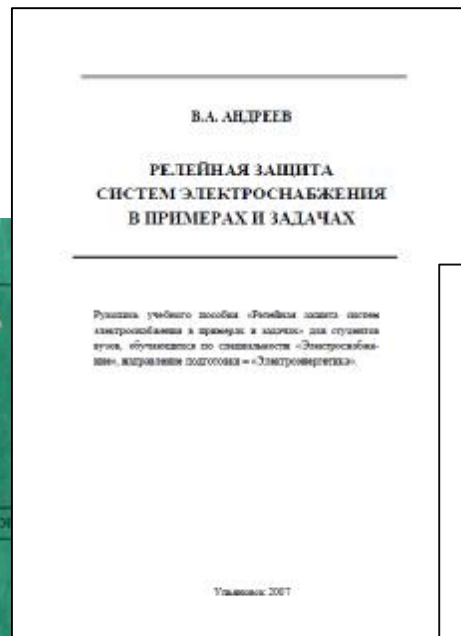


Изменение частоты при возникновении дефицита активной мощности; I - при отсутствии АЧР; II — при наличии АЧР

- *Дополнительная автоматическая разгрузка по напряжению (ДАРН)*

На удаленных подстанциях автоматика ДАРН служит для разгрузки отключением фидеров при резком снижении напряжения. В случае потери основного питания, остается более слабое питание от удаленного источника. При этом не может быть обеспечено минимально допустимое напряжение у потребителя, что может привести к нарушению производства, или даже повреждению оборудования — электродвигатели при понижении напряжения начинают потреблять больший ток из сети, что приводит к их перегрузке по току и повреждению. Автоматика ДАРН действует так же, как АЧР, на отключение менее ответственных потребителей, выбранных заранее, и выполняется по таким же схемам.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:



## РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЕ





# САЙТ «ПРОЕКТ РЗА»

## Проект "РЗА"

Все о защите и автоматизации электрических сетей

Главная | Форум | Тесты | Лаборатория РЗА | Программное обеспечение | Контакты

### Недостаток РЗА по схеме «неполная звезда» (два ТТ)

Создано: 02.05.2019

Схемы с двумя трансформаторами тока на один источник питания (схема неполной звезды) применяются в сетях 6-35 кВ. Однако такая схема применяется в проектах по умолчанию на большинстве присоединений, начиная с главных и заканчивая трансформаторами 25/0,4 кВ.

В действительности схема неполной звезды обычно имеет такую же чувствительность, как и схема полной, если вы примените трансформацию РЗА.

Однако, есть один недостаток, при котором данная схема выполнения релейной защиты может привести к очень неприятным последствиям. Об этом и

### КАК ЧИТАТЬ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ РЗА?

Часть 1. Алгоритмы идентификации схем

Часть 2. Проектирование принципиальных схем

Часть 3. Проектирование схем защиты

Проект РЗА с программным обеспечением

### РЕЛЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ

Разработано командой Проект "РЗА"  
Обновлено: 17.06.2018  
e-mail: proRZA.ab@yandex.ru

**Исходные данные:**

- $X_{кст1} = 2.5$
- $X_{кст2} = 8.5$
- $X_{ном} = 3$
- $R_{ном} = 3$
- $E_1 = 1000$
- $E_2 = 1000$
- $\Delta \varphi = 20$
- $P_{нрм} = 5$

**Тип КЗ**

- Тип КЗ
- Трёхфазное
- Двухфазное AB
- Двухфазное BC
- Двухфазное CA

**РНМ**

- Фронт
- Прямой посыл
- Обратный посыл
- $\phi_{нрм} = 45$

### РАЗЛОЖЕНИЕ НА СИММЕТРИЧНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ

Фазные векторы

Прямая последовательность

Обратная последовательность

Нулевая последовательность

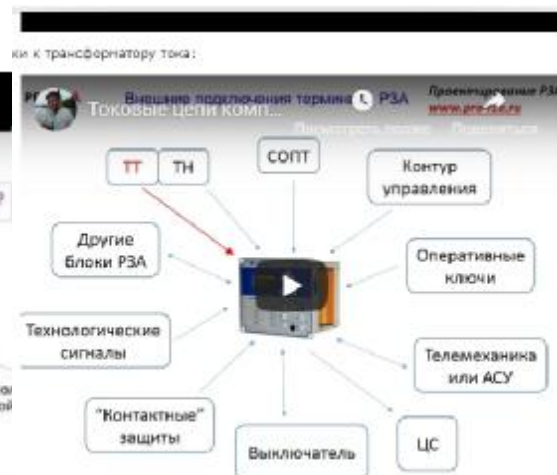
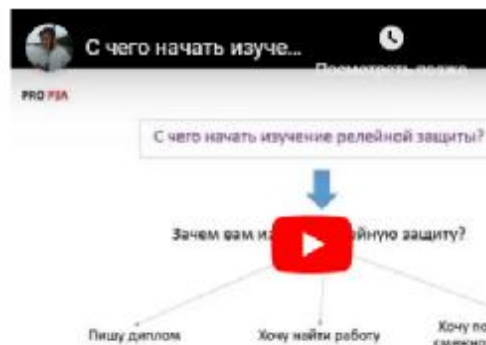
Тип симметрии: ☐ Каскадное ☐ ТЗ

Тип последовательности: ☐ Двухфазное ТЗ ☐ Двухфазное ТЗ на землю ☐ Однофазное ТЗ ☐ ТЗ

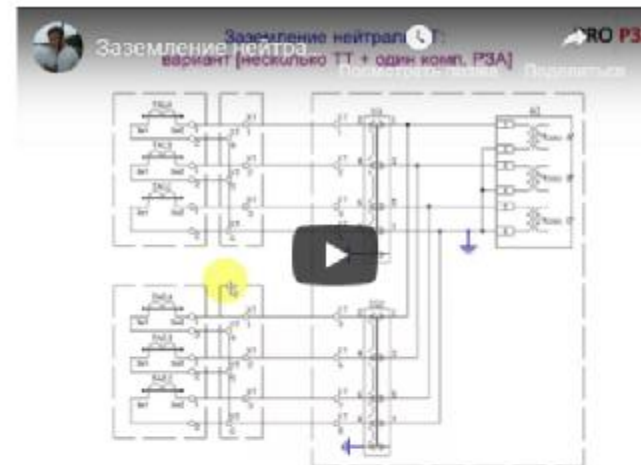
Фазы: ☐ ABC ☐ ACB

Углы:  $\varphi_A = 0.00$ ,  $\varphi_B = -14.33$ ,  $\varphi_C = 3.14$ ,  $\varphi_{A0} = -129.47$ ,  $\varphi_{B0} = 1.04$ ,  $\varphi_{C0} = 1.04$ ,  $\varphi_{A1} = 0.00$ ,  $\varphi_{B1} = 0.00$ ,  $\varphi_{C1} = 0.00$ ,  $\varphi_{A2} = 0.00$ ,  $\varphi_{B2} = 0.00$ ,  $\varphi_{C2} = 0.00$

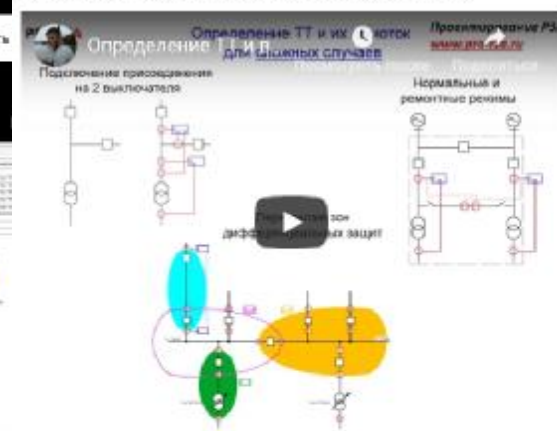
# ВИДЕОУРОКИ ДМИТРИЯ ВАСИЛЕВСКОГО



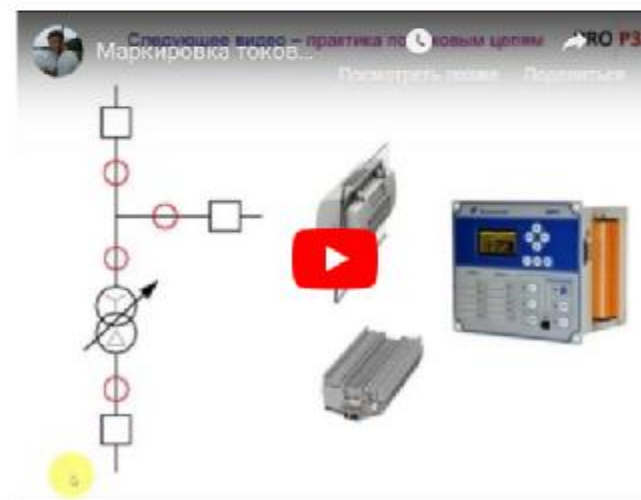
...ия нейтрали ТТ? Разбираем наиболее часто встречающуюся ошибку на конкретных при...



...оматике линии 10 кВ. Приведены приемы, позволяющие сократить...



...ых цепей в принципиальных схемах релейной защиты:



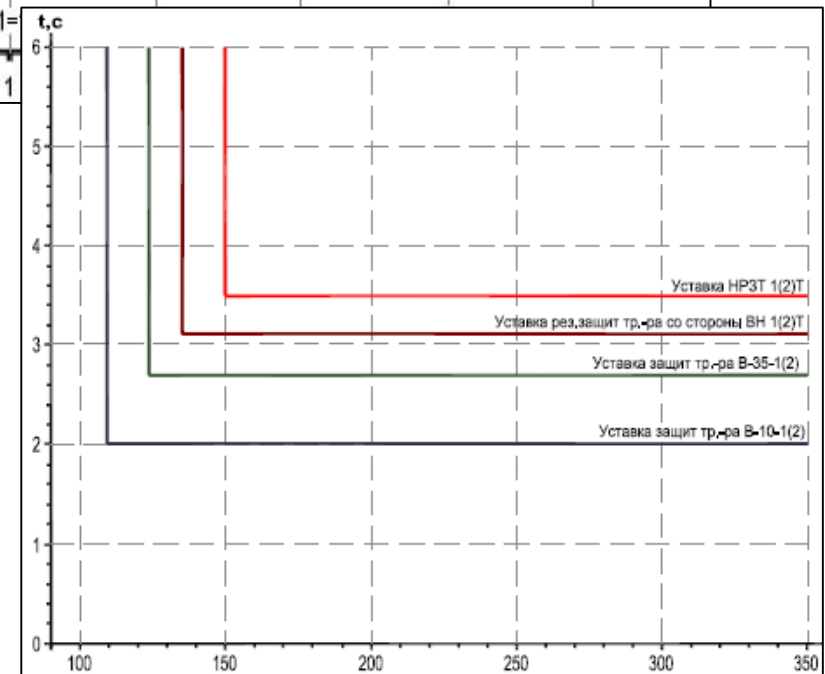
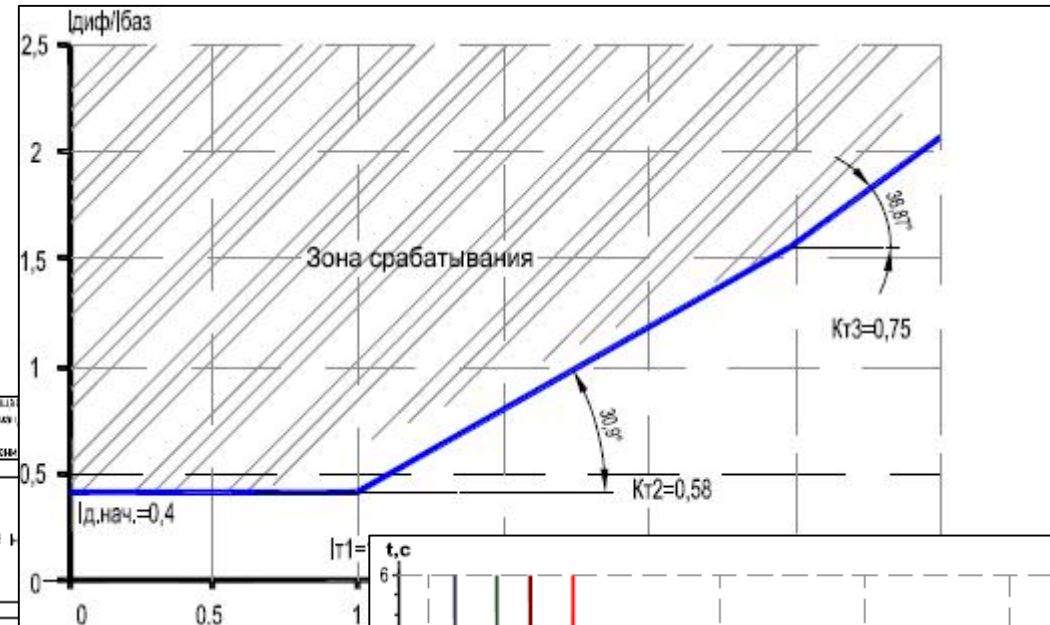
...трансформатору тока.

# КУРС ЛЕКЦИЙ

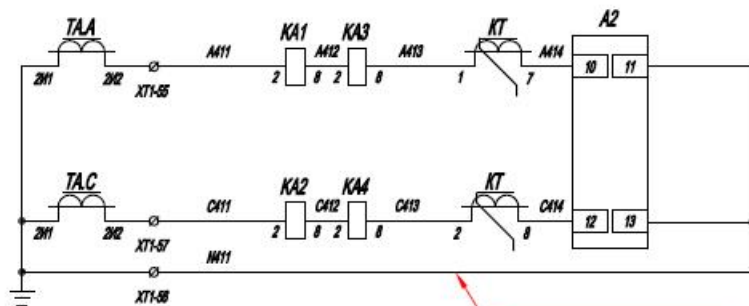
Компьютер ► DATA (D:) ► БГТУ им. Шухова ► Лекции					
Упорядочить ▼ Добавить в библиотеку ▼ Общий доступ ▼ Новая папка					
★ Избранное Загрузки Недавние места Рабочий стол Яндекс.Диск Библиотеки Видео Документы Изображения Музыка Компьютер SYS (C:) <b>DATA (D:)</b> Яндекс.Диск Сеть	Имя Лекция. Введение.pdf Лекция. Дистанционная защита линий.... Лекция. Дуговая защита.pdf Лекция. Защита от ОЗЗ в сетях 6-35 кВ.... Лекция. Защиты ВЛ 35-110 кВ.pdf Лекция. Защиты ВЛ 110-220 кВ. Продо... Лекция. Защиты силовых трансформа... Лекция. Источники оперативного тока.... Лекция. МП устройства РЗА.pdf Лекция. Обозначение элементов на пр... Лекция. Основные типы реле.pdf Лекция. Основы автоматики.pdf Лекция. РПН силовых трансформатор... Лекция. Токовая защита нулевой посед... Лекция. Токовые защиты.pdf Лекция. Трансформаторы напряжения... Лекция. Трансформаторы тока.pdf	Дата изменения 28.02.2019 9:45 28.02.2019 16:28 01.03.2019 11:53 12.03.2019 16:50 12.03.2019 13:46 12.03.2019 15:20 05.03.2019 9:58 27.02.2019 16:29 28.02.2019 15:31 17.12.2018 16:31 01.03.2019 17:25 01.03.2019 17:43 05.03.2019 11:01 30.11.2018 14:37 01.03.2019 14:49 17.12.2018 15:25 05.03.2019 17:01	Тип Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ... Документ Adobe ...	Размер 1 252 КБ 3 364 КБ 1 395 КБ 1 916 КБ 2 188 КБ 1 732 КБ 2 436 КБ 1 136 КБ 5 423 КБ 770 КБ 1 821 КБ 1 296 КБ 1 324 КБ 748 КБ 868 КБ 711 КБ 1 174 КБ	

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

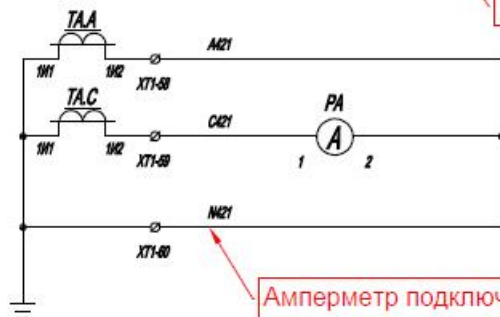
Место установки ТТ	СБ-35, клеммы 10P
Назначение кернов	Для МТЗ, ЛШ
Коэффициент трансформации ТТ (перв./вторичн.)	400
Лтт	5
ИЗ)иак (значение 3-ф КЗ) или ИЗ)max (значение 3-ф КЗ, изд. max, [А]	80
ИЗ (значение сраб.заш.), [А]	1620
Вид КЗ	657
Схема сборки ТТ ("звезда"-Y, "треугольник"-Δ)	3-клемм 2-х фазное
Значение тока срабатывания, Iрасч [А] (первичн./вторичн.)	Y
	расч=1,1*ИЗ
	722,7
	9,03
Длина подключаемого провода, L [м]	65
Сечение подключаемого провода, s [мм.кв.]	2,5
Максимальная потребляемая мощность подключаемых устройств Р2А к втор.обмотке ТТ, [ВА]:	

[illegible][illegible]

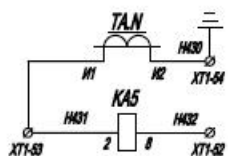




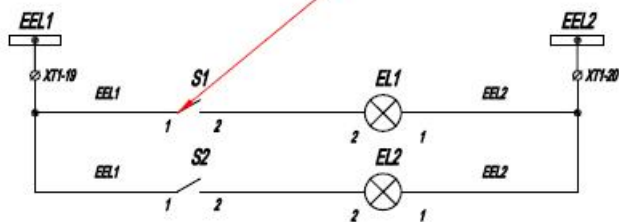
Токовые цепи РЗ



Амперметр подключен неверно!



Цепи освещения камеры



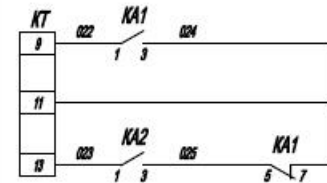
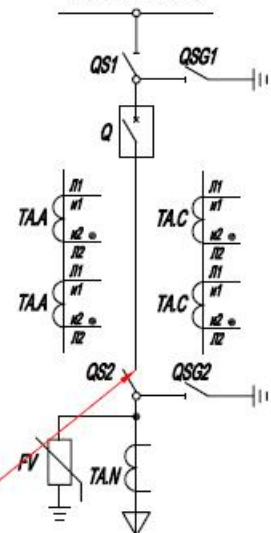
Цепи освещения

Максимальная  
токовая защита,  
токовая отсечка,  
питание реле защиты

Амперметр

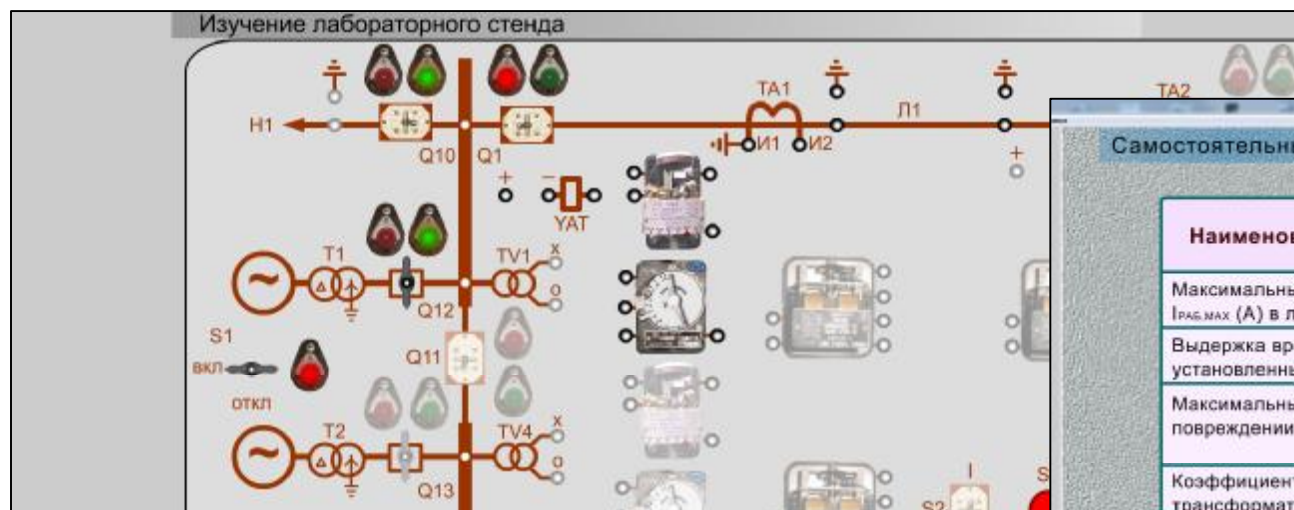
Земляная защита

Схема главных цепей



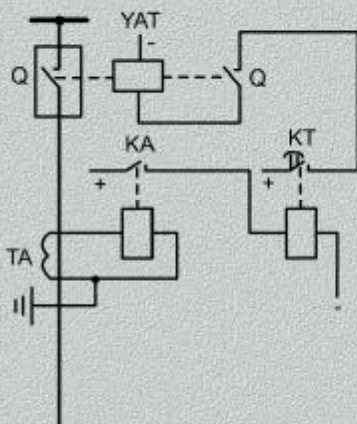
Реле времени МТЗ

# ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ



## Изучение работы схемы

Схема максимальной токовой защиты  
на постоянном оперативном токе

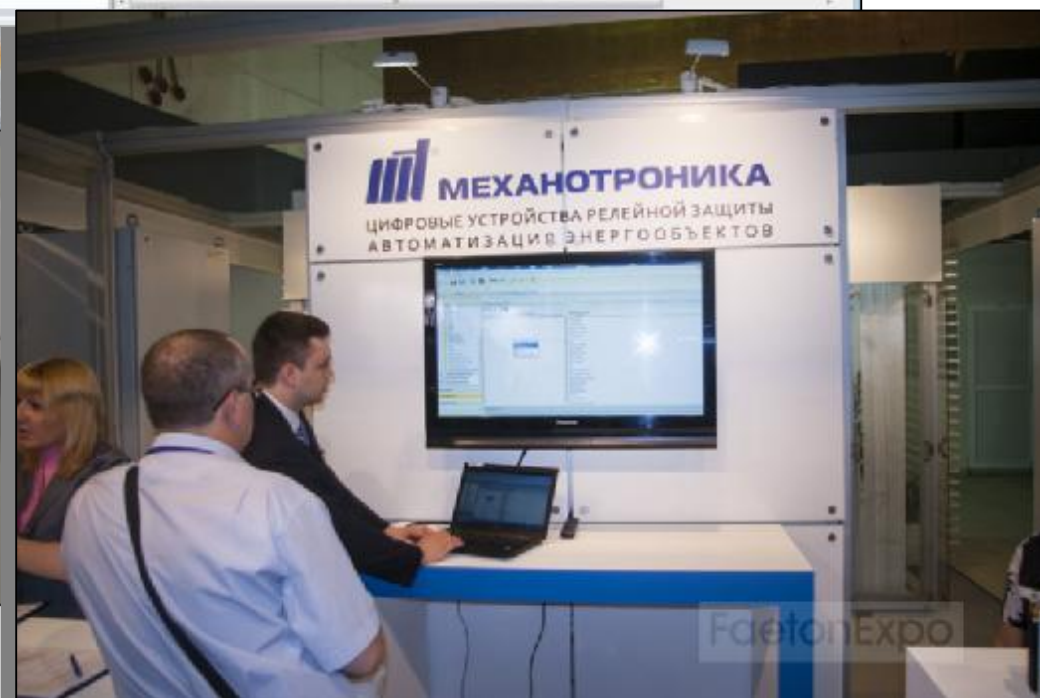
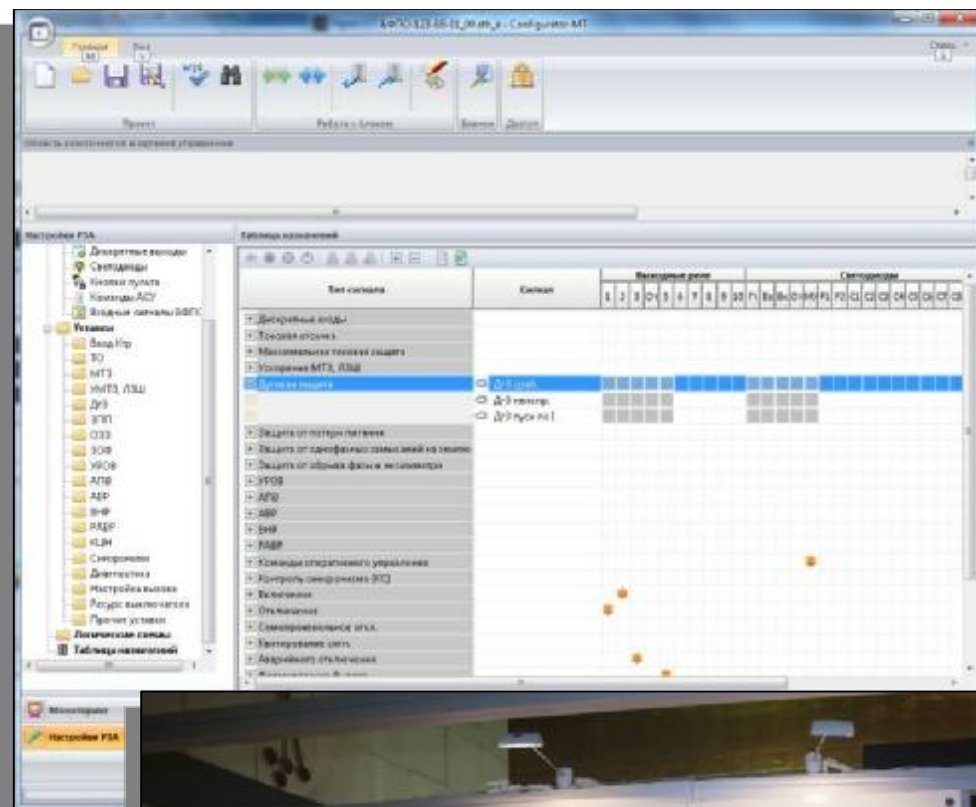
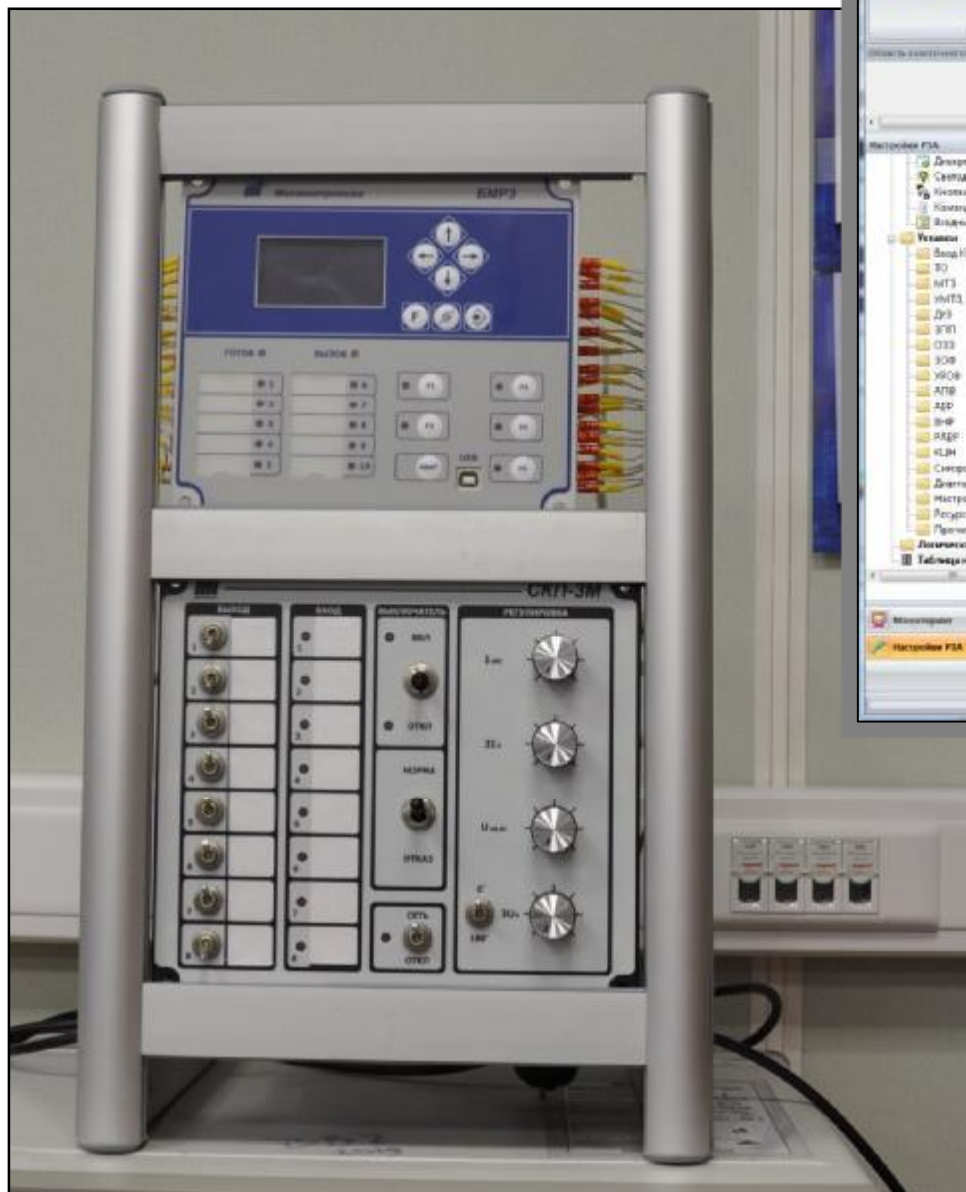


Чтобы узнать назначение элементов схемы  
укажите их мышкой

Самостоятельный расчет

Наименование параметра	Значение
Максимальный рабочий ток $I_{\text{раб. max}}$ (А) в линии	Л1 56
	Л2 33
Выдержка времени защит, установленных на нагрузках (с)	Н2 1,0
	Н3 0,3
Максимальный ток при повреждении в точках (А)	К1 2300
	К2 1000
	К3 170
Коэффициент трансформации трансформаторов тока $K_i$	50
Коэффициент отстройки $k_{отс}$	1,25
Коэффициент возврата $k_{в}$	0,85
Коэффициент самозапуска $k_{сз}$	1,2
Степень селективности $\Delta t$ (с)	0,6

Нужную информацию для расчета Вы можете  
взять в учебнике профессора Андреева В.А.





МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г.ШУХОВА"  
(БГТУ ИМ. В.Г.ШУХОВА)

Институт энергетики, информационных технологий и  
управляющих систем

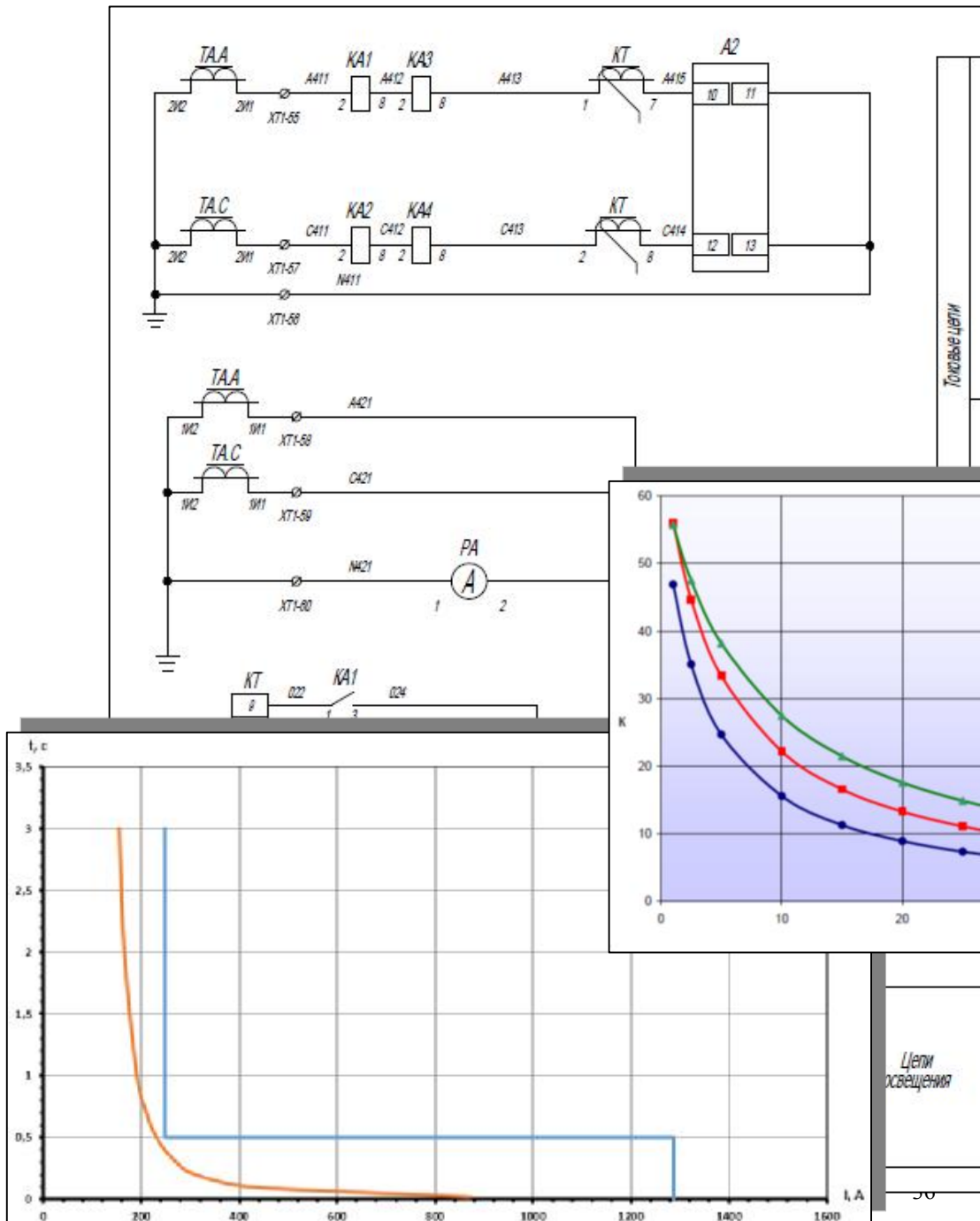
Кафедра электроэнергетики и автоматики

## Расчетно-графическое задание

По дисциплине: «Релейная защита и автоматика»

По теме: «Релейная защита в распределительных сетях

6(10) кВ»



Проверил	Кизнецов Д.Б.				Лист 1	Листов 1
					БГТУ им. В.Г.Шухова гр. Э-	

Графическая часть

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г.Шухова

## РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания к выполнению расчетно-графического задания  
по дисциплине «Релейная защита и автоматизация систем  
электрообеспечения» для студентов, обучающихся по направлению  
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль  
«Электрообеспечение»

Тема расчетно-графического задания – «Релейная защита в  
распределительных сетях 6(10) кВ».

Составитель: Кузнецов Д. Б.

Белгород  
БГТУ им. Шухова  
2018 г.

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г.Шухова

## РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине  
«Релейная защита и автоматизация систем электрообеспечения» для  
студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и  
электротехника» профиль «Электрообеспечение»

Составитель: Кузнецов Д. Б.

Белгород  
БГТУ им. Шухова  
2018 г.

# ЭКЗАМЕН

**БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА**  
Кафедра электроэнергетики и автоматики  
Дисциплина: «Релейная защита и автоматика»

## Экзаменационный билет № 1

1. Схемы соединения трансформаторов тока и реле. Основные виды.
2. Условия селективности защит.
3. Задача.

**БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА**  
Кафедра электроэнергетики и автоматики

Дисциплина: «Релейная защита и автоматика»

**БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА**  
Кафедра электроэнергетики и автоматики

Дисциплина: «Релейная защита и автоматика»

## Экзаменационный билет № 16

1. Перечислить основные требования к релейной защите. Дать определение каждому из них.
2. Согласование защит с помощью карты селективности.
3. Задача.

Одобрено  
Заведующим

Экзаменационный

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы. Короткие замыкания. Перегрузки. Колебания частоты. Нарушения синхронизма. Повышение температуры. Автоматический ввод резерва.
2. Автоматический ввод резерва.
3. Задача.

Одобрено на заседании кафедры « »  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА**  
Кафедра электроэнергетики и автоматики

Дисциплина: «Релейная защита и автоматика»

## Экзаменационный билет № 26

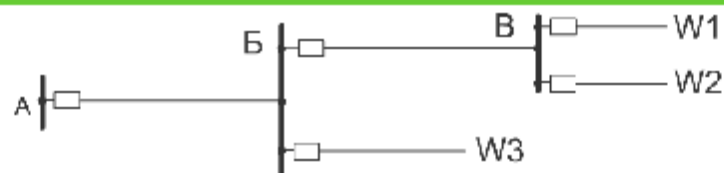
1. Дифференциальная защита силового трансформатора. Принцип действия. Назначение. Область применения.
2. Схема соединения трансформаторов тока в треугольник и реле в звезду. Коэффициент схемы для данного подключения. Векторные диаграммы при возникновении различных видов повреждений. Область применения.
3. Задача.

Одобрено на заседании кафедры « » \_\_\_\_\_ Протокол № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Белоусов

Укол № \_\_\_\_\_  
А.В. Белоусов



Каким должен быть коэффициент чувствительности токовой отсечки линии А-Б при установке максимальных токовых защит и токовых отсечек?



- ☐ Не менее 1,5 при двухфазном КЗ на шинах п/ст.Б и не менее 1,2 при двухфазном КЗ в конце наиболее длинной линии W1-W3
- ☐ Не менее 2 при двухфазном КЗ на шинах п/ст.Б
- ☐ Не менее 1,5 при двухфазном КЗ на шинах п/ст.А и не менее 1,2 при двухфазном КЗ на шинах п/ст. Б
- ☐ Не менее 1,2 при двухфазном КЗ на шинах п/ст.А

Укажите, какая из ниже приведенных формул правильно отображает соотношение между током срабатывания реле  $I_{с.р.}$  и током срабатывания защиты  $I_{с.з.}$ .

В вариантах ответа:  $K_{сх}^{(3)}$  - коэффициент схемы;

$K_I$  - коэффициент трансформации трансформаторов тока

- ☐  $I_{с.з.} = K_{сх}^{(3)} * I_{с.р.}/K_I$
- ☐  $I_{с.з.} = I_{с.з.}/K_I * K_{сх}^{(3)}$
- ☐  $I_{с.р.} = I_{с.з.}/K_I$
- ☐  $I_{с.з.} = I_{с.з.}/K_{сх}^{(3)}$