

# РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ



ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Лекции: 32 ч  
Практики: 24 ч  
Лабораторные: 16 ч  
Самост.: 108 ч

Экзамен

Васильев Алексей Сергеевич

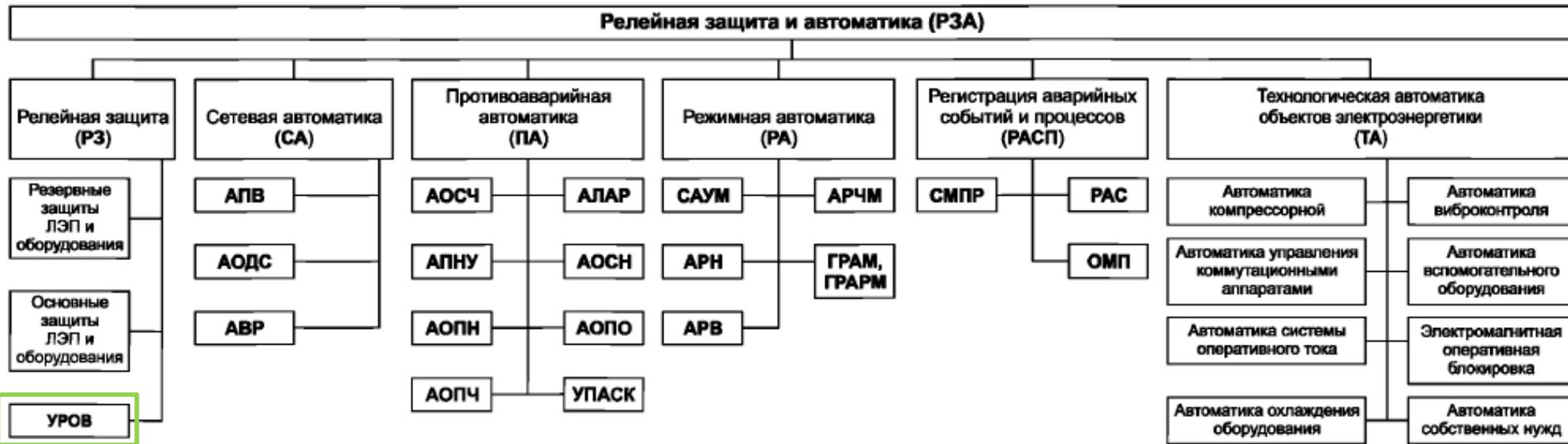
к.т.н. доцент ОЭЭ ИШЭ

## Лекция 16

Устройство резервирования при отказе выключателя.

Логическая защита шин.

**Устройство резервирования  
при отказе выключателя  
(УРОВ)**



АВР — автоматическое включение резерва;  
 АЛАР — автоматика ликвидации асинхронного режима;  
 АОДС — автоматика опережающего деления сети;  
 АОПН — автоматика ограничения повышения напряжения;  
 АОПО — автоматика ограничения перегрузки оборудования;  
 АОПЧ — автоматика ограничения повышения частоты;  
 АОСН — автоматика ограничения снижения напряжения;  
 АОСЧ — автоматика ограничения снижения частоты;  
 АПВ — автоматическое повторное включение;  
 АПНУ — автоматика предотвращения нарушения устойчивости;  
 АРВ — автоматическое регулирование возбуждения;

АРН — автоматика регулирования напряжения;  
 АРЧМ — автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности;  
 ГРАМ — групповой регулятор активной мощности;  
 ГРАРМ — групповой регулятор активной и реактивной мощности;  
 ОМП — определение места повреждения на ЛЭП;  
 РАС — регистратор аварийных событий;  
 САУМ — система автоматического управления мощностью энергоблоков;  
 СМПР — система мониторинга переходного режима;  
 УПАСК — устройство передачи аварийных сигналов и команд;  
 УРОВ — устройство резервирования отказа выключателей

## Причины отказа выключателя

### Масляный выключатель:

- приводы – 38%;
- электромагниты, вспомогательные контакты, цепи управления – 14%;
- вводы – 10%;
- опорная изоляция – 9% и внутренняя изоляция – 9%;
- дугогасительное устройство – 7%;
- передаточные механизмы – 4%;
- воздушная и междофазная изоляция – 4%;
- прочие отказы – 5%.

### Воздушный выключатель:

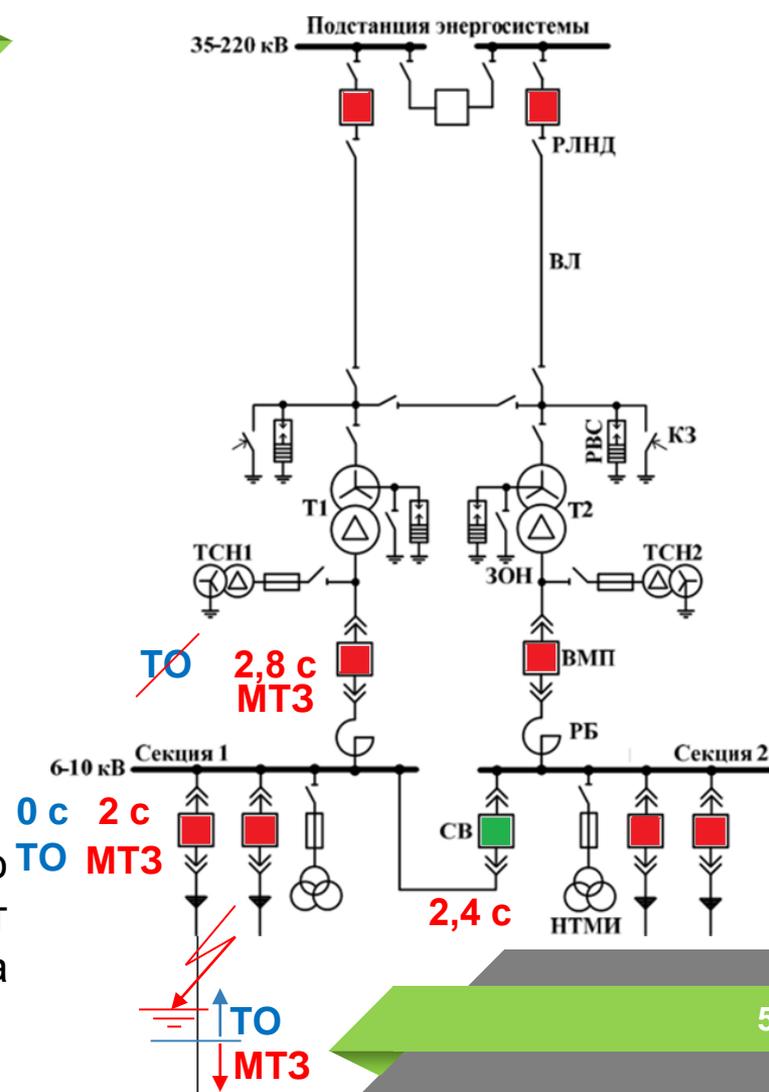
- поломка изоляторов – 27%;
- разрушение дугогасительного устройства из-за не погасания дуги (при отключениях коротких замыканий и малых токов) – 20%;
- отказы привода и цепей управления – 20%;
- перекрытие опорных изоляторов и воздуходувных труб – 10%;
- повреждение контактной системы – 9%;
- дефекты резиновых уплотнений – 4%;
- остальные причины – 10%.

## Возможные последствия отказа выключателя

### При большой мощности при нескольких присоединениях

- РЗ ввода секции шин может не обладать достаточной чувствительностью для выполнения функции дальнего резервирования;
- При достаточной чувствительности время отключения вводного выключателя на две ступени селективности по времени больше времени срабатывания защиты МТЗ присоединения;
- При повышении чувствительности ввод секции шин защиты блокировкой минимального напряжения могут не срабатывать при удаленных КЗ.

Без применения УРОВ это приводит к увеличению времени локализации аварии и затрудняет реализацию защиты МТЗ ввода секции шин из-за необходимости повышения чувствительности.



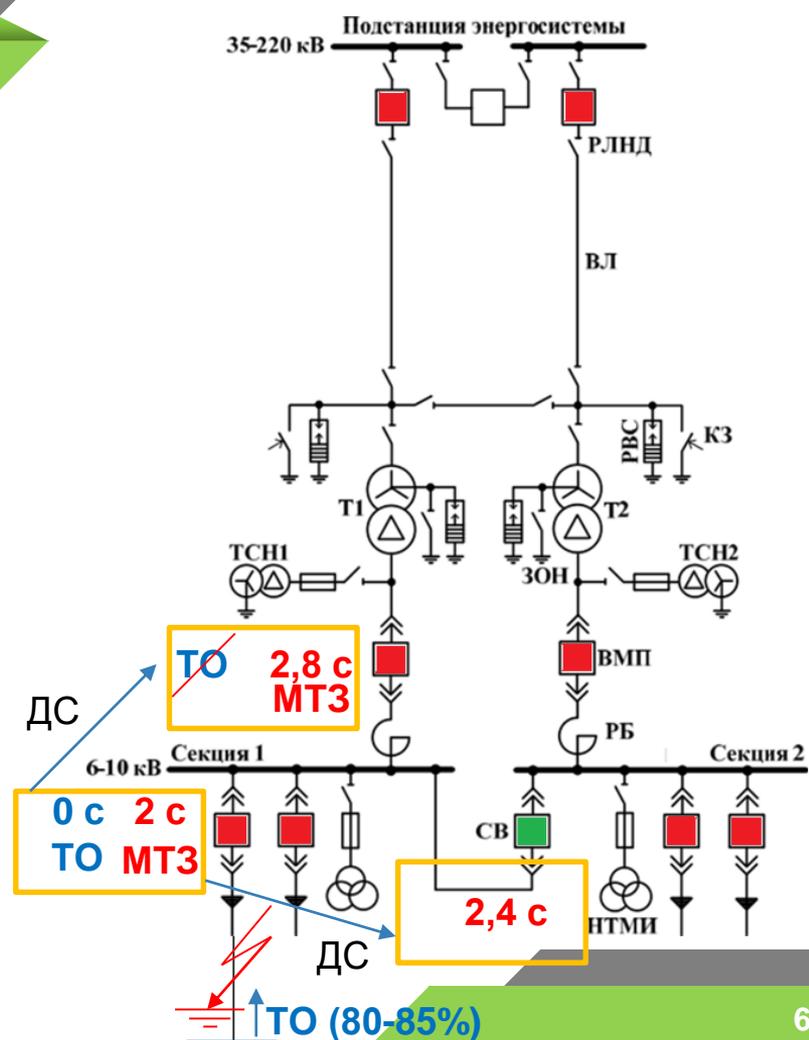
# Возможные последствия отказа выключателя

С УРОВ время локализации аварии равно сумме времен действия защиты присоединения плюс ступень селективности:

$0 + 0,4 = 0,4$  с для случая срабатывания токовой отсечки на присоединении.

$2 + 0,4 = 2,4$  с для случая срабатывания максимальной токовой защиты присоединения.

Во всех перечисленных случаях присоединения секции шин 1 теряют питание, однако его восстановление производится довольно быстро.



ДС – дискретные сигналы

## Требования к УРОВ (ПУР)

Устройства резервирования при отказе выключателей (УРОВ) должны предусматриваться в электроустановках **110-500** кВ. Допускается не предусматривать УРОВ в электроустановках 110-220 кВ при соблюдении следующих условий:

- 1) обеспечиваются требуемая чувствительность и допустимые по условиям устойчивости времени отключения от устройств дальнего резервирования;
- 2) при действии резервных защит нет потери дополнительных элементов из-за отключения выключателей, непосредственно не примыкающих к отказавшему выключателю (например, отсутствуют секционированные шины, линии с ответвлением).

На электростанциях с генераторами, имеющими непосредственное охлаждение проводников обмоток статоров, для предотвращения повреждений генераторов при отказах выключателей 110-500 кВ следует предусматривать УРОВ независимо от прочих условий.

## Требования к УРОВ (ПУР)

При отказе одного из выключателей поврежденного элемента (линия, трансформатор, шины) электроустановки УРОВ должно действовать на отключение выключателей, смежных с отказавшим.

Если защиты присоединены к выносным трансформаторам тока, то УРОВ должно действовать и при КЗ в зоне между этими трансформаторами тока и выключателем.

Допускается применение упрощенных УРОВ, действующих при КЗ с отказами выключателей не на всех элементах (например, только при КЗ на линиях); при напряжении 35-220 кВ, кроме того, допускается применение устройств, действующих лишь на отключение шиносоединительного (секционного) выключателя.

При недостаточной эффективности дальнего резервирования следует рассматривать необходимость повышения надежности ближнего резервирования в дополнение к УРОВ.

### СБОРНИК РАСПОРЯДИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

4.6. Для трансформаторов СН 6/0,4 кВ и для отдельных присоединений с протяженными кабельными линиями, где отказы выключателей не резервируются токовыми или дистанционной защитой вводов питания секций СН, необходимо ориентироваться на установку УРОВ 6 кВ, действующего на отключение выключателей вводов питания секций СН с выдержкой времени 0,25 — 0,3 с.

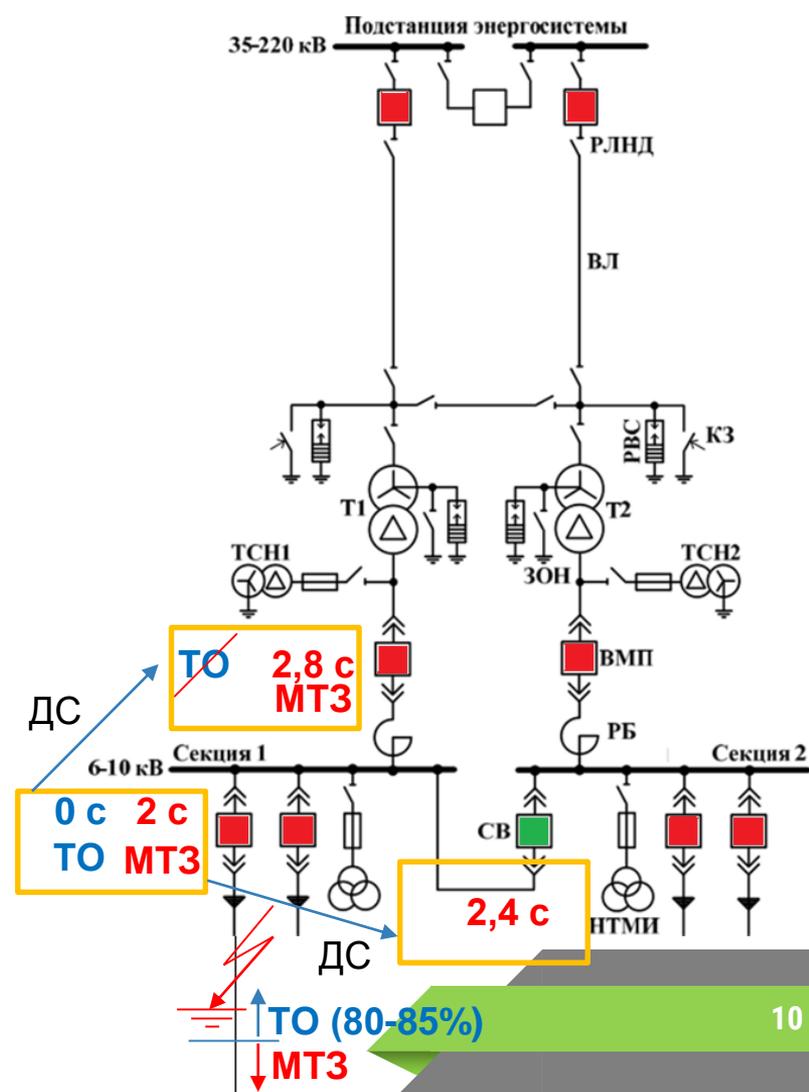
4.7. В случаях действия таких защит вводов питания на секции СН, как токовые, дистанционные, дуговые или УРОВ присоединений СН, следует автоматически **блокировать** действие устройств АВР питания распределительных устройств 6 и 0,4 кВ в целях уменьшения объема возможных повреждений при КЗ на шинах или неотключении КЗ на отходящих присоединениях СН.

## Требования к УРОВ

Срабатывание УРОВ происходит при срабатывании релейной защиты и сохранении тока короткого замыкания (на уровне больше тока срабатывания).

При срабатывании УРОВ дискретные сигналы по шине УРОВ передаются на РЗ действующих на отключение секционного выключателя и выключателя ввода секции шин.

При срабатывании УРОВ должны быть отданы сигналы блокирования действия АВР и ЛЗШ.



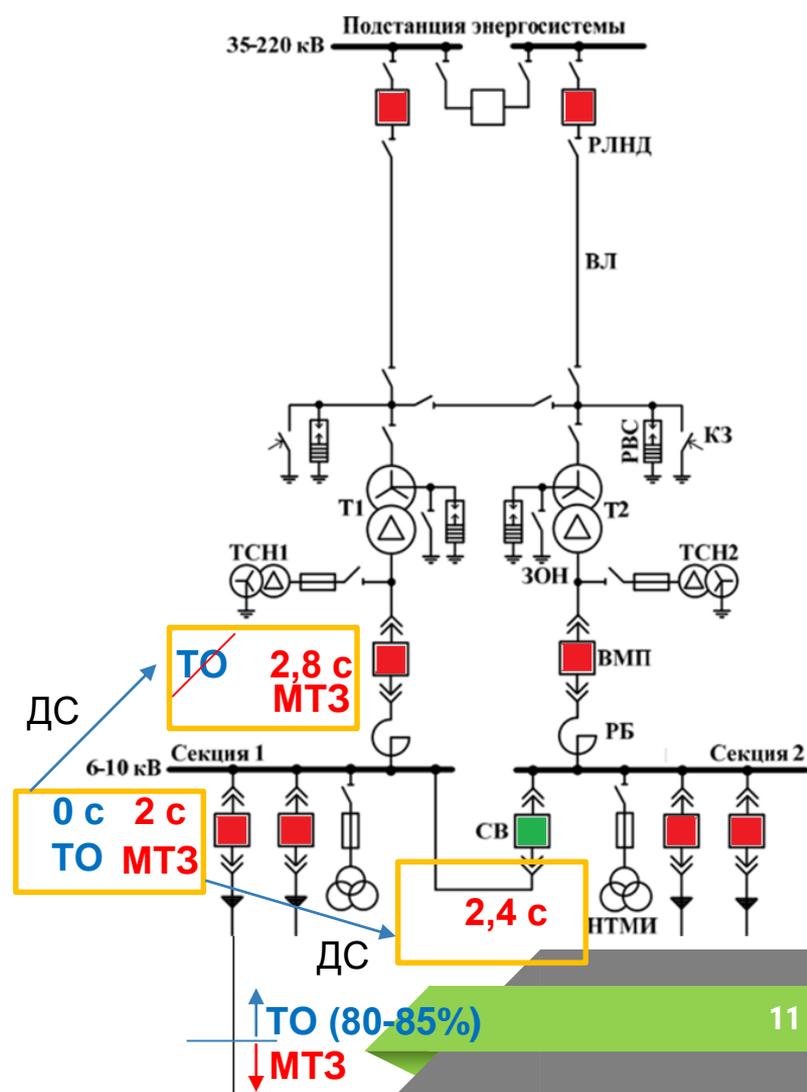
# Ложные срабатывания УРОВ

## Ошибки проектирования:

- Отсутствие ключей УРОВ
- Ошибки в рядах зажимов
- Использование неэкранированных кабелей или неправильное заземление экрана
- Применение неподходящих ЭМС устройств

## Ошибки в эксплуатации:

- Некорректные операции при выводе в ремонт
- (при тестировании РЗ с помощью РЕТОМ необходимо отключать дискретный выход УРОВ от шины УРОВ)



## Лекция 16

Устройство резервирования отказа  
выключателя  
Логическая защита шин

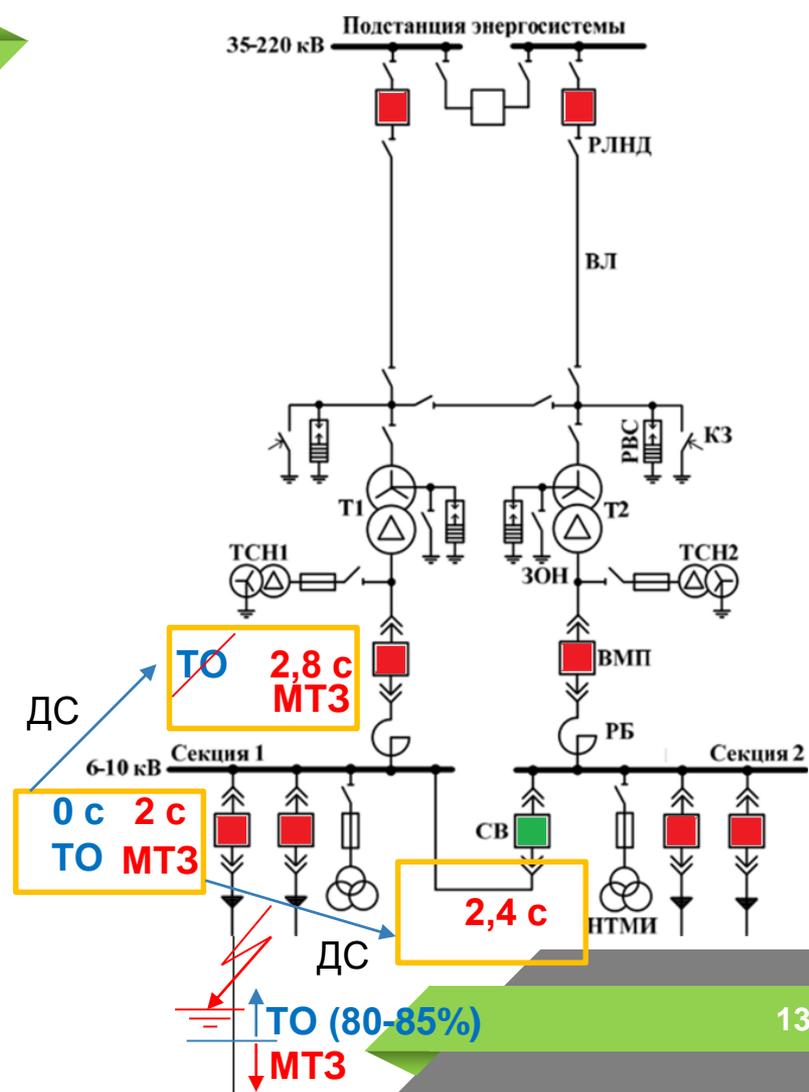
**Логическая защита шин  
(ЛЗШ)**

# Принцип работы ЛЗШ

При большом количестве присоединений в сетях 25 кВ и ниже для защиты шин часто применяются максимальные токовые защиты для снижения стоимости выполнения РЗ, поскольку дифференциальная защита должна содержать количество токовых входов равное или немногим меньшее, по сравнению с числом присоединений (при неполной ДЗШ).

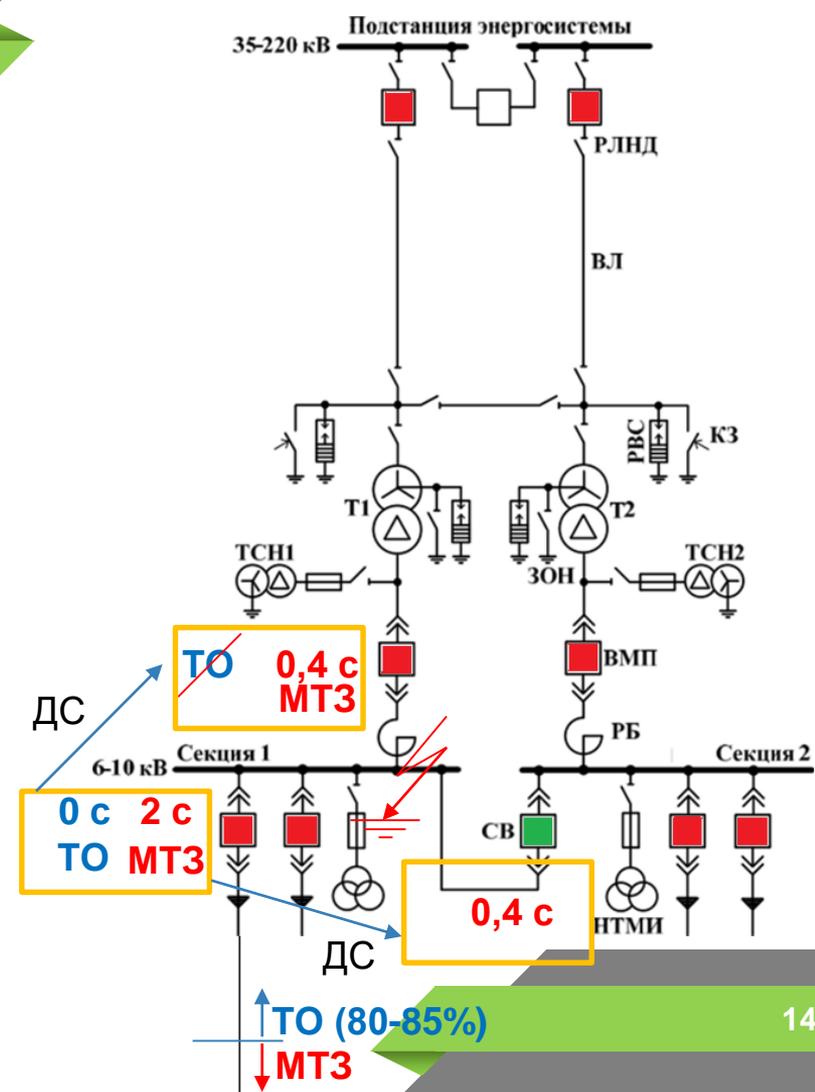
Альтернатива – логическая защита шин.

При коротком замыкании на защищаемой ЛЭП блок релейной защиты присоединения фиксирует превышение тока сверх уровня уставки. Далее ЛЗШ посылает дискретные сигналы блокирования действия РЗ, действующих на секционный выключатель и выключатель ввода секции шин. При этом выдержка времени этих защит устанавливается минимальная.



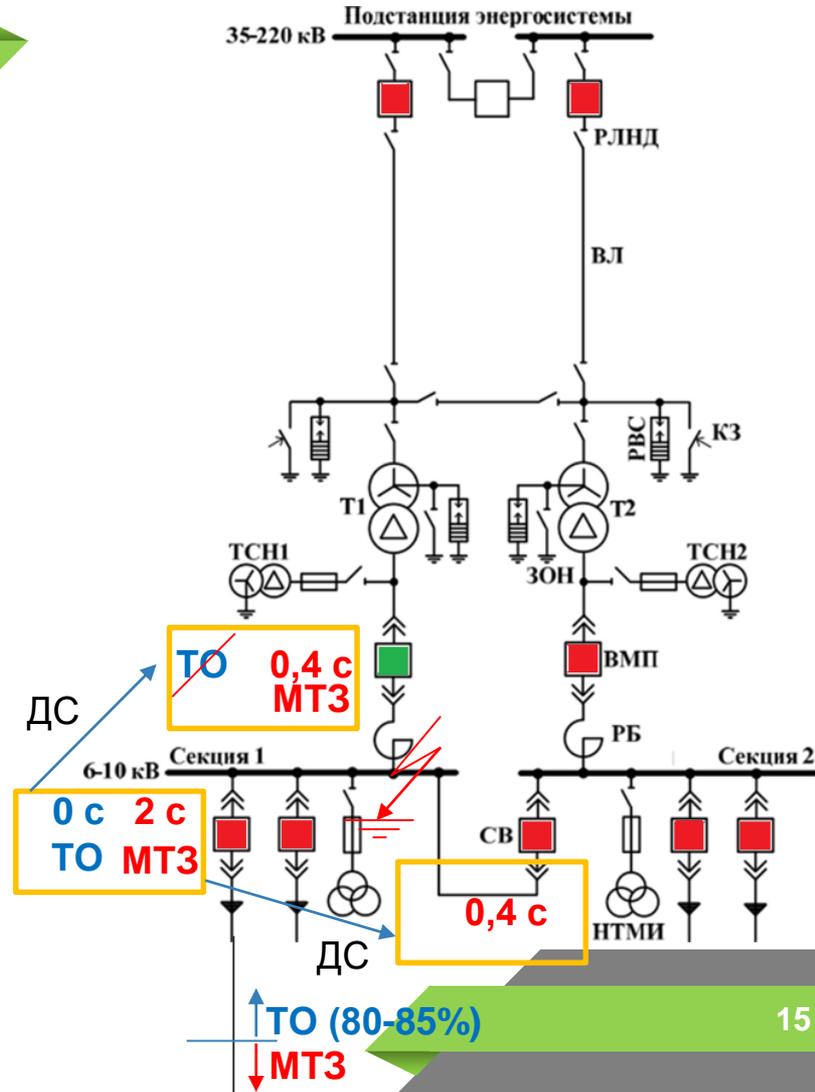
# Принцип работы ЛЗШ

Если ни одна из защит всех присоединений, подключенных к секции шин, не фиксирует ток короткого замыкания, то сигнал блокировки не отправляется и релейные защиты будут срабатывать с минимальной задержкой.



# Принцип работы ЛЗШ

Если ни одна из защит всех присоединений, подключенных к секции шин, не фиксирует ток короткого замыкания, то сигнал блокировки не отправляется и релейные защиты будут срабатывать с минимальной задержкой.



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Васильев Алексей Сергеевич  
*vasilevas@tpu.ru*

ТПУ – Томск 2021 г.



ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

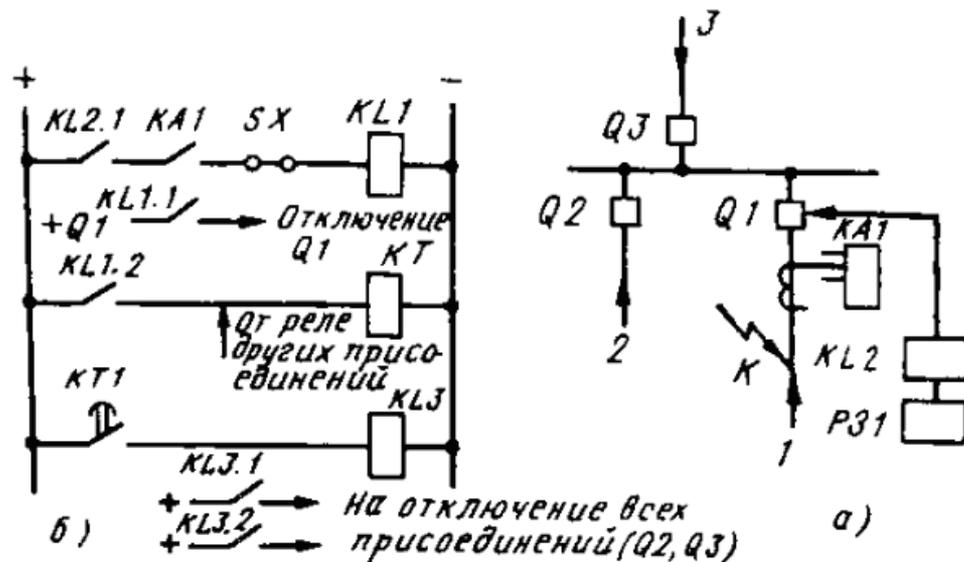


Рис. 1.1. Принципиальная схема пуска УРОВ с дополнительным контролем по току

а — схема цепей переменного тока; б — схема оперативных цепей