

Курсы подготовки специалистов служб перспективного развития,
долгосрочного планирования энергетических режимов
«Управление развитием ЕЭС России»



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

Релейная защита и автоматика до 1000 ВОЛЬТ

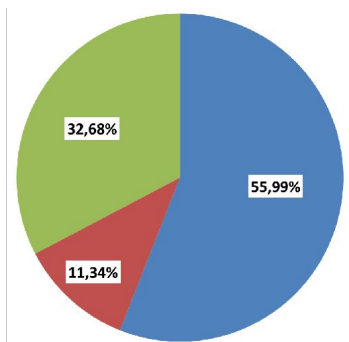
Владимиров Алексей Николаевич
Заместитель начальника службы РЗА



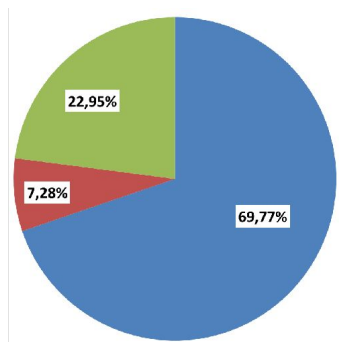
Релейная защита и автоматика в цифрах

2

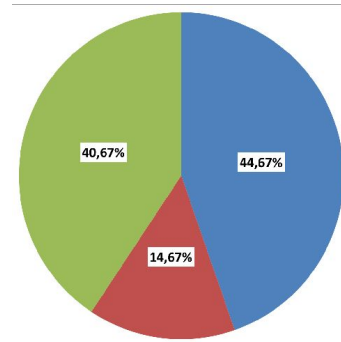
- Общее количество устройств РЗА, отнесенных к объектам диспетчеризации, на 31.12.12 составляет порядка **432000 штук**.
- В зависимости от аппаратного (микропроцессорное, полупроводниковое, электромеханическое) и конструктивного исполнения устройств РЗА, при выполнении нескольких функций защит и (или) автоматов в одном терминале (панели, шкафу) и обслуживаемом как единое целое **объектом диспетчеризации является терминал, шкаф, панель**.



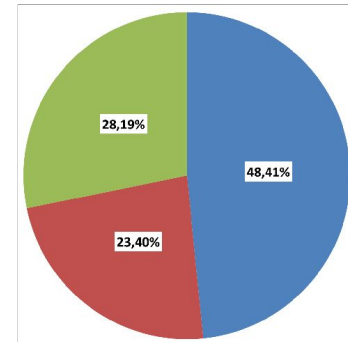
для напряжения 330-750 кВ



для напряжения 110-220 кВ



для напряжения 330-750 кВ



для напряжения 110-220 кВ

■ электромеханические ■ микроэлектронные ■ микропроцессорные

■ электромеханические ■ микроэлектронные ■ микропроцессорные

Устройства релейной защиты и сетевой автоматики

Устройства противоаварийной автоматики

Распределение устройств РЗА, отнесенных к объектам диспетчеризации Системного оператора, по видам исполнения и напряжению



Последствия повреждений оборудования при КЗ

ПС 500 кВ Магнитогорская



ПС 500 кВ Арзамасская





Назначение релейной защиты и автоматики

- Отключение поврежденного оборудования может приводить к нарушению нормального режима работы энергосистемы
- Система противоаварийной автоматики предназначена для уменьшения последствий для энергосистемы, вызванных отключением поврежденного оборудования
- Противоаварийная автоматика формирует управляющие воздействия на источники генерации (ОГ, АЗГ) и отключение нагрузки у потребителей (ОН)
- **Основное назначение релейной защиты – автоматическое отключение поврежденного элемента от остальной, неповрежденной части системы при помощи выключателей**

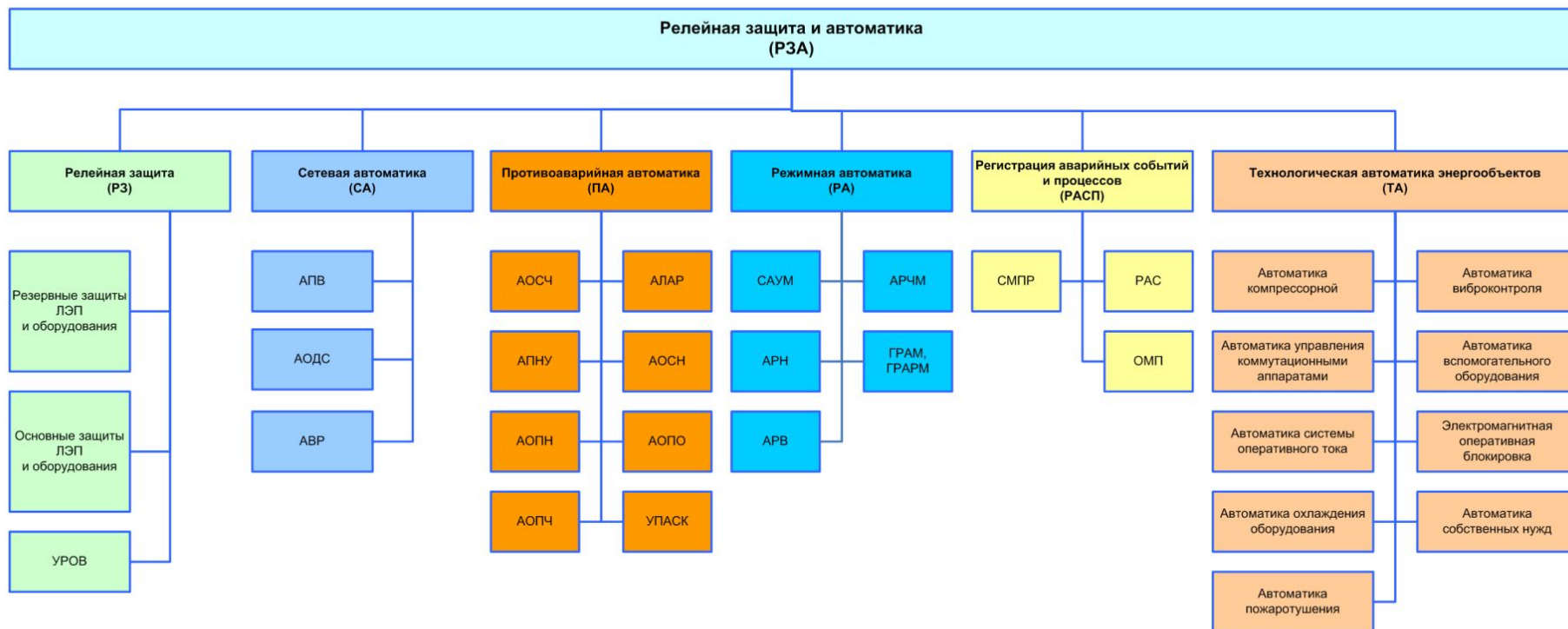


Релейная защита и сетевая автоматика

5

- Эксплуатационные и аварийные процессы в энергосистемах характеризуются малым временем протекания
- Электроэнергетическое оборудование при эксплуатации может повреждаться
- Основным видом повреждения являются короткие замыкания (к.з.) и повреждения, вызванные перегрузкой оборудования
- Все электрические установки снабжаются автоматически действующими устройствами:
 - релейной защиты, осуществляющими их защиту от к.з.
 - автоматического повторного включения
- Релейная защита – один из видов автоматики

Классификация релейной защиты и автоматики





- **Устройства РЗА по исполнению делятся на:**
 - **электромеханические**
 - **микроэлектронные**
 - **цифровые**



Особенности цифровой техники РЗА

8

- Мощность современных процессоров достаточна для реализации в одном цифровом устройстве РЗА нескольких функций РЗА, что приводит к появлению сложных устройств, обладающих новыми свойствами;
- Относительная простота реализации алгоритмов релейной защиты и противоаварийной автоматики;
- Сложность и трудоемкость при задании свойств цифрового устройства РЗА (параметрирование);
- Возможность автоматического контроля исправности логической части цифрового устройства РЗА (самодиагностика) с последующим автоматическим выводом (в случае неисправности);
- Возможность регистрации внутренних параметров срабатывания устройств РЗА;
- Возможность информационной интеграции в АСУТП энергообъектов;
- Цифровые устройства РЗА позволяют обходиться без традиционной «вторички», выполненной «медью»;
- **Появляются тенденции совмещения АСУ и РЗА, что не допустимо:**
 - АСУ это автоматизированные системы, а
 - РЗА - автоматические



- Абсолютно надежных устройств РЗА не бывает
- Известная ненадежность компенсируется архитектурой системы РЗА
- Архитектура строится таким образом, чтобы обеспечить:
 - Надежность выполнения основных функций РЗА;
 - Селективность действия РЗА;
 - Чувствительность РЗА;
 - Быстродействие РЗА
- Устройства РЗА условно делятся на:
 - Основные
 - Резервные
- Устройства РЗА бывают
 - от всех видов КЗ (ДФЗ, НДЗ, ДЗЛ, ДЗТ...)
 - от отдельных видов КЗ (ДЗ, ТЗНП...)



1. **Установка единственной защиты с абсолютной селективностью от всех видов повреждений (ДФЗ, ДЗЛ):**
 - **Плюсы:**
 - очень быстрая;
 - защищает всю ВЛ;
 - действует при всех видах КЗ
 - **Минусы:**
 - требует канала связи с противоположным полукомплектном на другой стороне ВЛ;
 - 1. отказ или необходимость технического обслуживания требует отключения ВЛ



1. Установка двух защит с абсолютной селективностью от всех видов повреждений (ДФЗ, ДЗЛ):

— Плюсы:

- усиливаем ближнее резервирование;
- уменьшаем вероятность отказа защиты;
- обеспечиваем возможность выполнения технического обслуживания

— Минусы:

- Сохраняется вероятность отказа обеих защит по общей причине



1. Установка комплекта резервных ступенчатых защит:

— Плюсы:

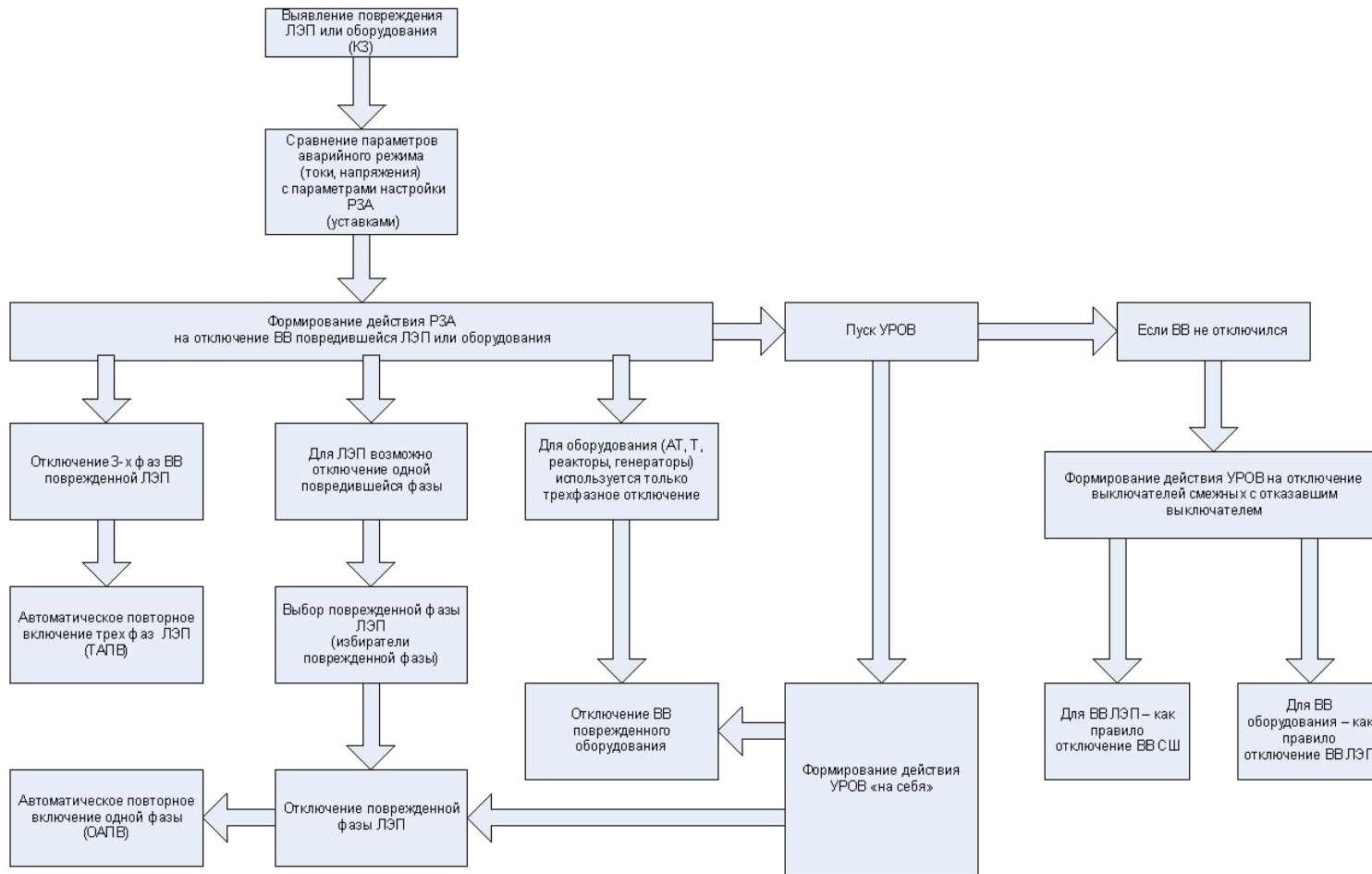
- получаем более полноценное ближнее резервирование;
- получаем дальнейшее резервирование;
- получаем возможность организовать дополнительно (вторую или третью) быстродействующую защиту (при выполнении телеускорения / телеотключения)

— Минусы:

- усложняется эксплуатация комплекса защит



Алгоритм работы устройств РЗА





Требования к оснащённости ЛЭП и оборудования устройствами РЗА

14

- На каждой стороне ЛЭП 330-750 кВ должен устанавливаться комплекс РЗА, состоящий не менее чем из двух устройств релейной защиты.
- При этом микропроцессорный терминал релейной защиты, независимо от количества выполняемых функций, является одним устройством релейной защиты.
- Все устройства РЗА должны реализовывать функцию быстродействующей защиты от всех видов коротких замыканий.
- В составе комплекса РЗА на каждой стороне ЛЭП как минимум одно устройство должно выполняться на принципе ступенчатых защит с реализацией быстродействия с помощью разрешающих (блокирующих) сигналов.
- Три устройства релейной защиты должны устанавливаться в обязательном порядке в следующих случаях:
 - на ЛЭП, отходящих от атомных электростанций;
 - на межгосударственных линиях электропередачи;
 - на ЛЭП, при коротком замыкании на которых не обеспечивается принцип дальнего резервирования;
 - на ЛЭП, при коротком замыкании на которых и отказе быстродействующих защит увеличение времени отключения короткого замыкания приводит к нарушению устойчивости энергосистемы.



Требования к оснащённости СВМ ветроэлектростанций устройствами РЗА

15

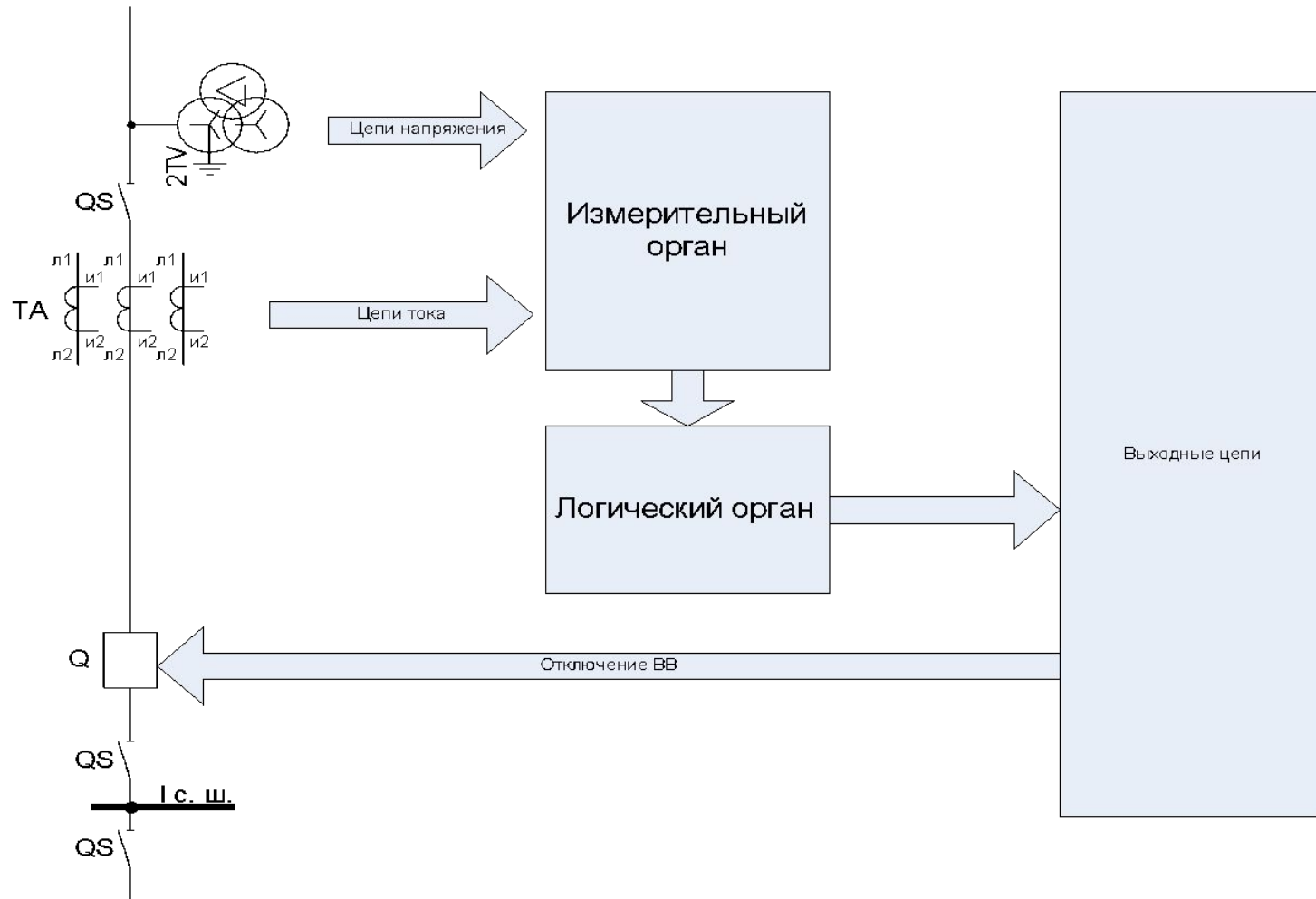
- **Схема выдачи мощности СЭС (ВЭС) должна быть оснащена устройствами РЗА в том числе:**
 - основными и резервными защитами оборудования СЭС (ВЭС);
 - РЗА ЛЭП и оборудования прилегающей сети;
 - устройствами синхронизации оборудования СЭС (ВЭС);
 - устройствами АОПН, АОПЧ, АОСЧ, АОСН;
 - автоматического повторного включения;
 - устройствами выделения на сбалансированную нагрузку.
- **Устройства РЗ, СА и ПА СЭС (ВЭС) должны учитывать изменение эксплуатационного состояния и технологического режима работы СЭС (ВЭС).**
- **В качестве источника оперативного постоянного тока СЭС (ВЭС) должны применяться аккумуляторные батареи.**

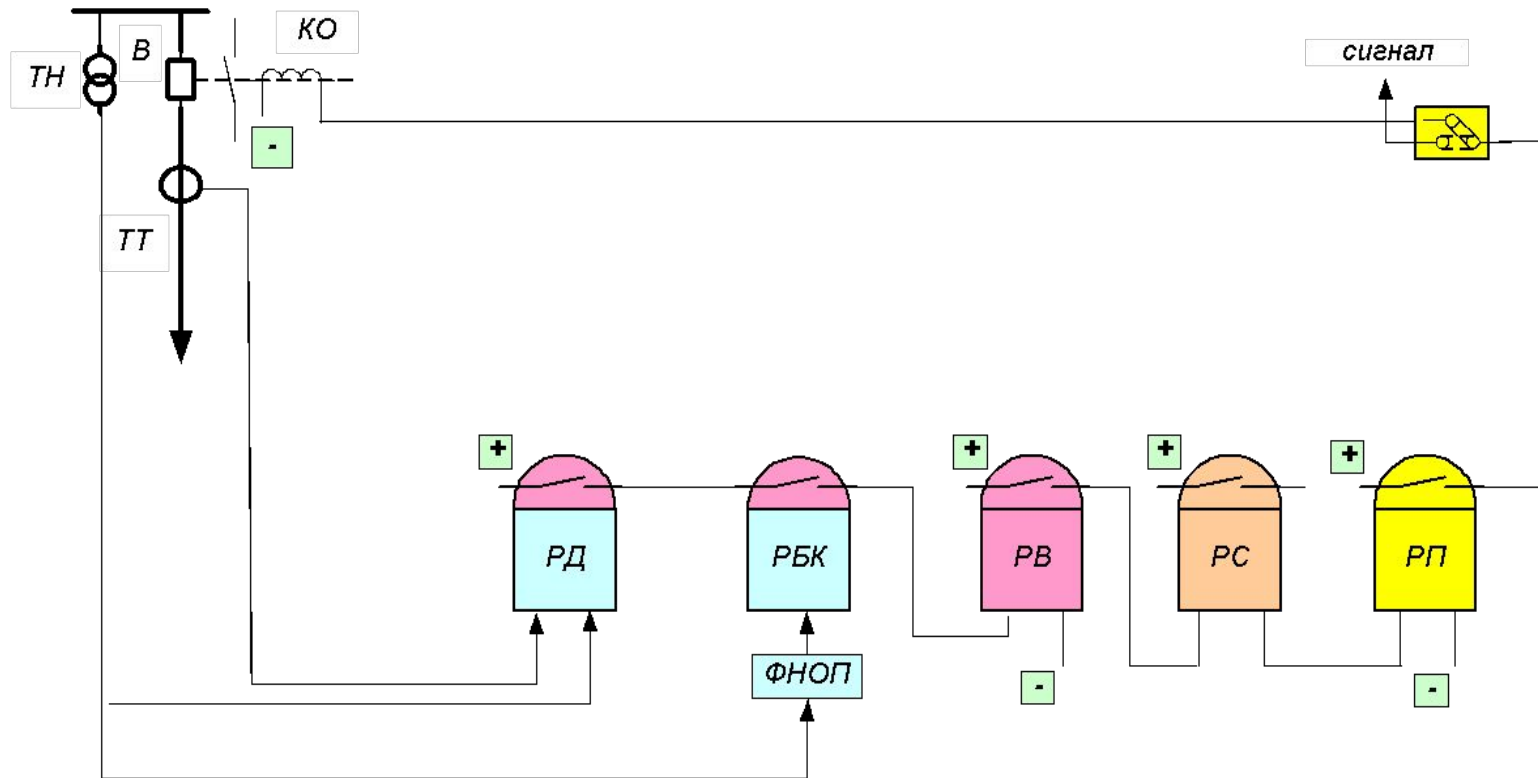


- При выполнении релейной защиты на АТ (Т) необходимо предусматривать защиты от следующих видов повреждений и ненормальных режимов работы:
 - однофазных и многофазных КЗ в обмотках и на выводах (ошиновке);
 - витковых замыканий в обмотках;
 - токов в обмотках, обусловленных внешними КЗ;
 - токов в обмотках, обусловленных перегрузкой;
 - токов неполнофазного режима;
 - частичного пробоя изоляции вводов высшего и среднего напряжения;
 - понижения уровня масла.

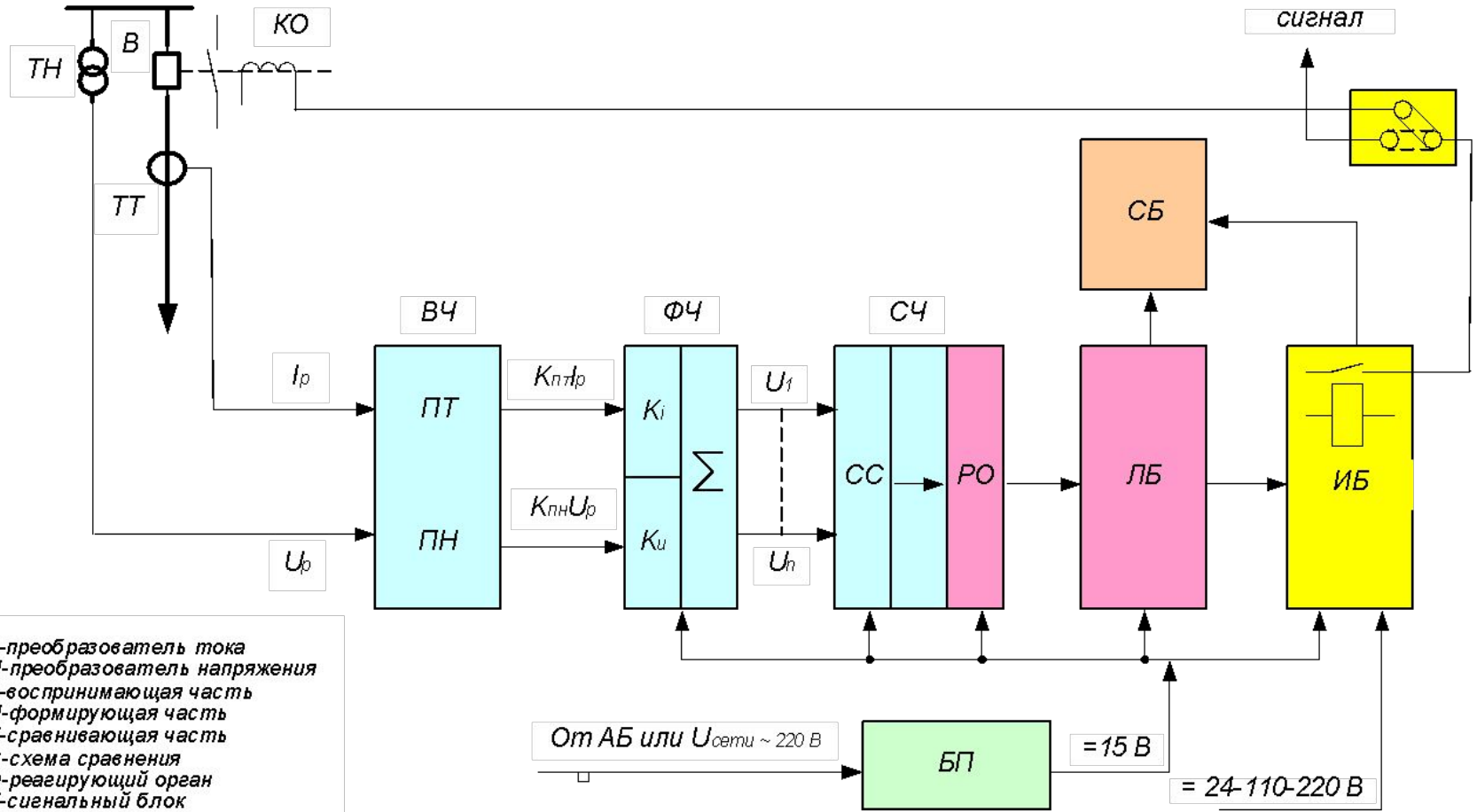


Структурная схема устройства РЗА

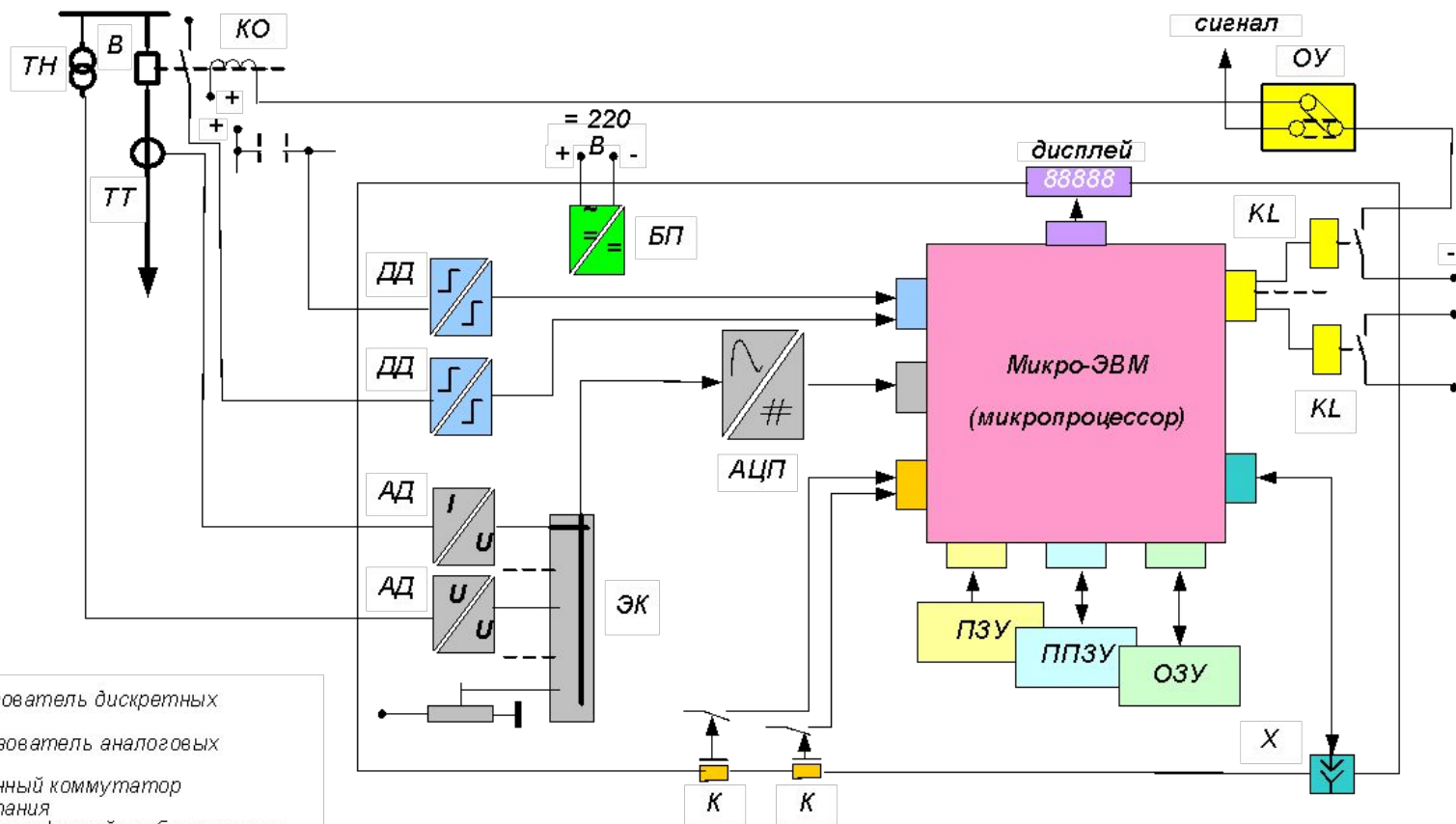




РД-реле дистанционное
РБК -реле блокировки от качаний
РВ-реле времени
РС-реле сигнальное
РП-реле промежуточное
КО-катушка отключения



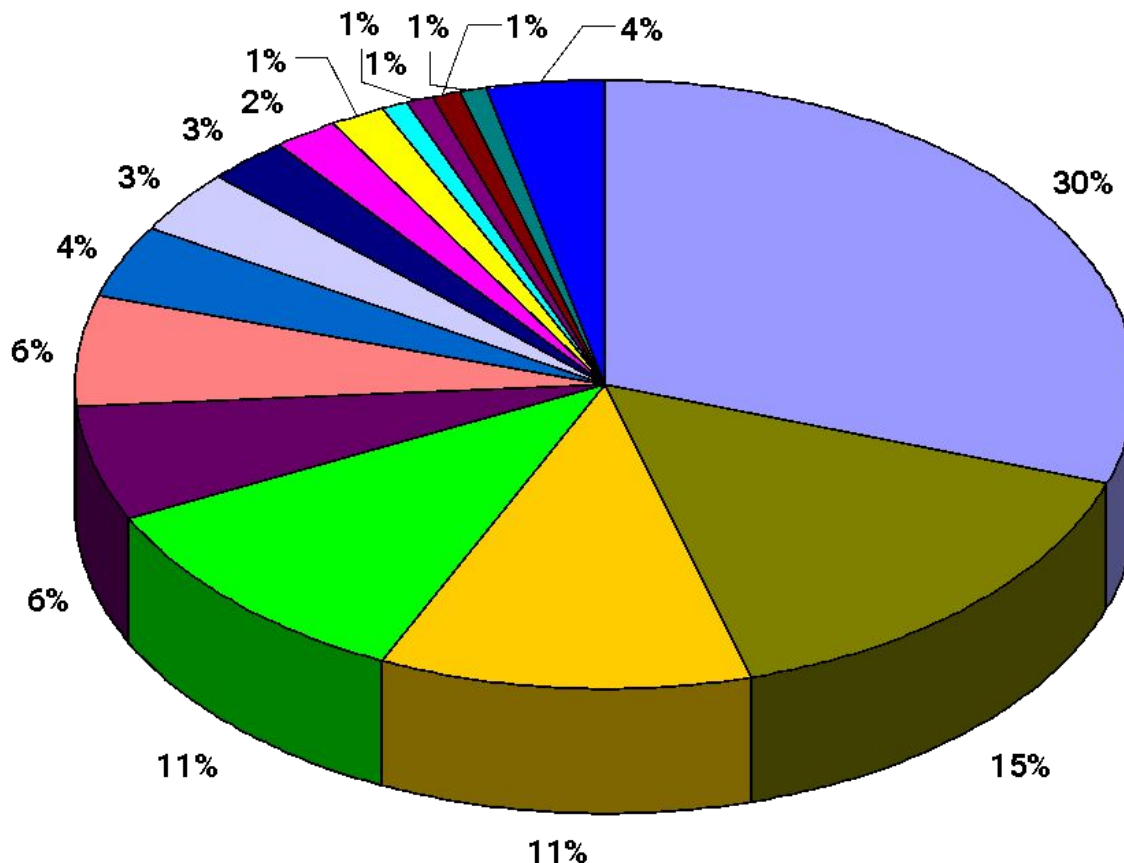
ПТ-преобразователь тока
ПН-преобразователь напряжения
ВЧ-воспринимающая часть
ФЧ-формирующая часть
СЧ-сравнивающая часть
СС-схема сравнения
РО-реагирующий орган
СБ-сигнальный блок
ЛБ-логический блок
БП-блок питания
ИБ-исполнительный блок



- ДД-преобразователь дискретных сигналов
- АД- преобразователь аналоговых сигналов
- ЭК-электронный коммутатор
- БП-блок питания
- АЦП-аналого-цифровой преобразователь
- К1-кнопка управления дисплеем
- К2-кнопку задания уставок
- ПЗУ-постоянное запоминающее устройство
- ППЗУ-перепрограммируемое запоминающее устройство
- ОЗУ-оперативное запоминающее устройство
- KL-выходное реле
- X-порт



Рынок микропроцессорных устройств РЗА



НПП ЭКРА	ABB Автоматизация	Радиус Автоматика	Siemens
Alstom	ООО Уралэнергосервис	ИЦ Бреслер	НПФ Прософт-Системы
General Electric	НПП Бреслер	НТЦ ГОСАН	ОЗАП Мосэнерго
НТЦ Механотроника	АВВ Энергосвязь	НПФ Энергосоюз	Прочие



❑ Федеральные законы РФ:

- от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»
- от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике»

❑ Постановления Правительства РФ:

- от 27.12.2004 № 854 «Об утверждении Правил оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике»
- от 26.07.2007 № 484 «О выводе объектов электроэнергетики в ремонт и из эксплуатации»
- от 17.10.2009 № 823 «О схемах и программах перспективного развития электроэнергетики»
- от 28.10.2009 № 846 «Об утверждении правил расследования причин аварий в электроэнергетике»

- ❑ **СТО 59012820.29.020.002-2012 «Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и организации эксплуатации» (далее – Стандарт), от 28.04.2012**
- ❑ **Положение о порядке формирования диспетчерскими центрами ОАО «СО ЕЭС» перечней объектов диспетчеризации с их распределением по способу управления, от 05.03.2013**
- ❑ **Требования к разработке и содержанию программ и бланков переключений по выводу и вводу в работу устройств релейной защиты и автоматики, от 15.03.2012**
- ❑ **СТО 59012820.29.020.003-2013 «Релейная защита и автоматика. Требования к содержанию и оформлению инструкций диспетчерских центров по обслуживанию устройств (комплексов) релейной защиты и автоматики», от 14.06.2013**



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

Спасибо за внимание

Евграфов Леонид Николаевич
9 группа
ОГБПОУ ТИК