



Булычев А.В. – д.т.н.,  
профессор, Технический  
директор  
ООО «НПП Бреслер»

# Виды управления ЭЭС

Управление в  
нормальных режимах  
ЭЭС

(оперативно-дистанционное  
управление, телемеханика, АСУ,  
измерения)

**Электроэнергетическая  
система**

Управление при сильных  
возмущениях  
в ЭЭС  
(Противоаварийное управление)

Управление ЭЭС при  
повреждении отдельных  
элементов  
(Релейная защита)

# Как управляется ЭЭС?

Вид управления	Условия применения управляющих воздействий	Цель управляющих воздействий	Основные методы и средства воздействия	Быстродействие
<p><b>Оперативно-диспетчерское управление</b></p> 	<p>Нормальные и утяжеленные режимы ЭЭС</p>	<p>Плавный плановый переход от одного режима к другому</p>	<p>Оперативные переключения, регуляторы турбин, регуляторы возбуждения, регуляторы напряжения трансформаторов и др.</p>	<p><b>От нескольких минут до нескольких часов</b></p>
<p><b>Противоаварийное управление</b></p> 	<p>Сильные возмущения, аварийные режимы, электро-механические переходные процессы, риск развития аварийной ситуации</p>	<p>Прекращение или ослабление аварийных режимов. Обеспечение перехода к новому установившемуся режиму</p>	<p>Действия противоаварийной автоматики на регуляторы турбин, регуляторы возбуждения, регуляторы напряжения трансформаторов, коммутационные аппараты и др.</p>	<p><b>От долей секунды до нескольких минут</b></p>
<p><b>Релейная защита</b></p> 	<p>Повреждения отдельных элементов ЭЭС (короткие замыкания, обрывы и др.)</p>	<p>Отделение поврежденных элементов от исправной части ЭЭС</p>	<p>Действия коммутационных аппаратов</p>	<p><b>От долей секунды до нескольких секунд</b></p>

# Особенности цифровизации управления ПС-110

## Особенности ПС-110 кВ:

- Массовые подстанции (более 10 тысяч)
- Бюджетные (в основном)
- Без постоянного дежурного персонала

## Исходные условия «цифровизации»:

1. Не «навредить» ПС в целом (надежность электроснабжения - десятки лет работы ПС без отказов, надежность РЗА – должна быть на порядок выше)
2. Улучшить основные свойства РЗА за счет «цифровизации» (селективность, быстродействие, чувствительность и надежность, ОМП)
3. Бюджетные решения, соответствующие классу 110 кВ (универсальные терминалы, которые могут выполнять несколько функций, упрощенные сегментированные двухуровневые структуры цифровой сети)

## Показатели работы РЗА

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР  
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ  
"СОЮЗТЕХЭНЕРГО"

# СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О РАБОТЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКИ В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ СССР ЗА 1979 ГОД

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА И ИНФОРМАЦИИ СОЮЗТЕХЭНЕРГО

Москва

1980

# Показатели работы РЗА

Таблица 6

Основные показатели работы отдельных типов устройств релейной защиты и электроавтоматики по всем энергосистемам за 1979 г.

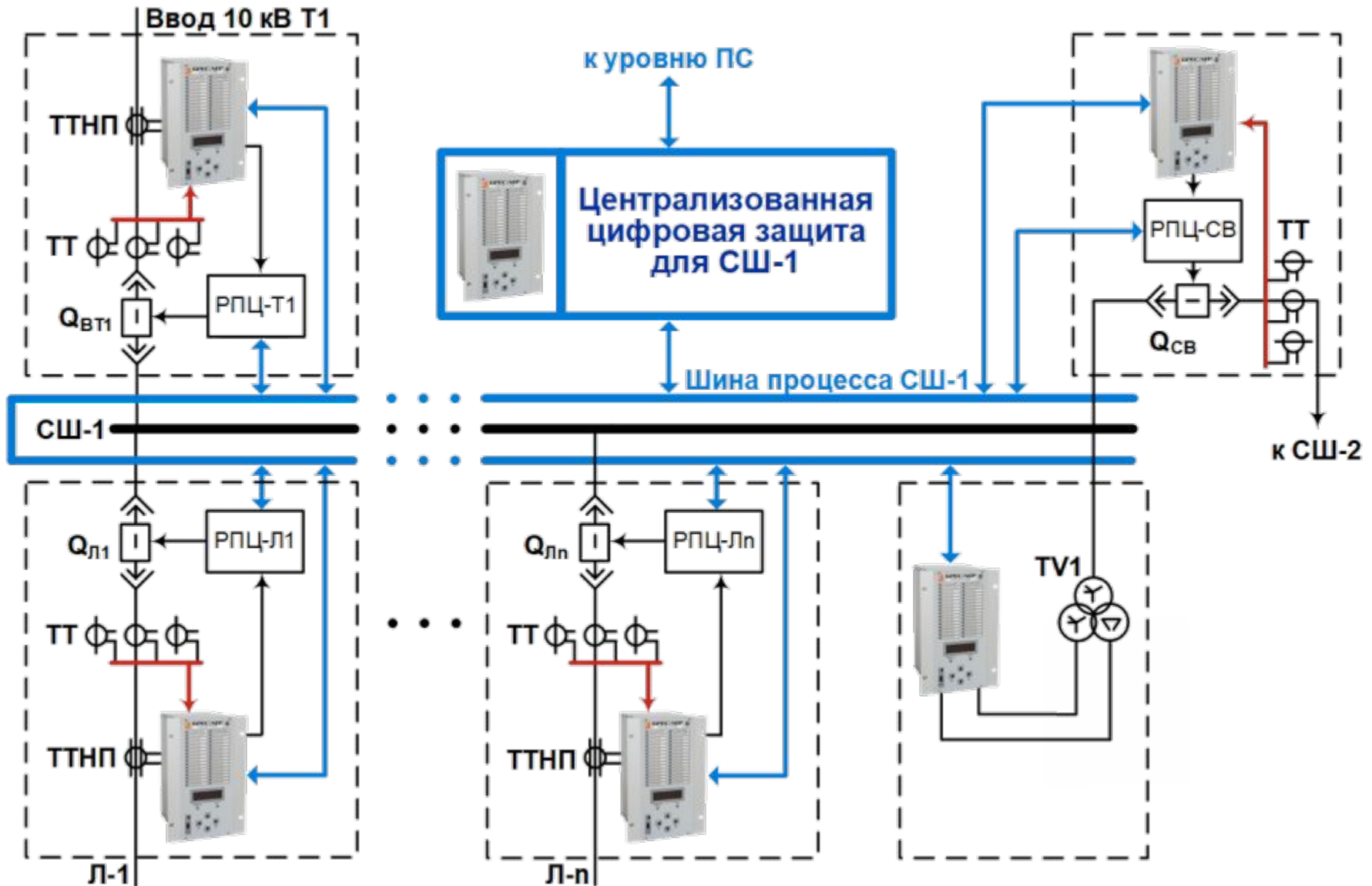
Тип устройств релейной защиты и электроавтоматики	Количество устройств, комплекты		Всего правильных срабатываний и отказов функционирования	Правильные срабатывания		Отказы функционирования						Средняя периодичность	
	на I/I 1979 г.	на I/I 1980 г.		Число	% числа графн 4	Всего		В том числе				Правильных срабатываний	Отказов функционирования
						Число	% числа графн 4	Допущены срабатывания		Отказы срабатывания			
						Число	% числа графн 4	Число	% числа графн 7	Число	% числа графн 7	Заг	Заг
<b>Защита генераторов (в том числе входящих в блоки), трансформаторов и блоков генератор-трансформатор</b>													
1. Продольная дифференциальная защита генераторов как с наведенными трансформаторами, так и без наведенных трансформаторов с мгновенными токовыми реле	3487	3513	72	67	93,1	5	6,9	3	60	-	-	52	702
2. Защита напряжения нулевой последовательности от замыканий на землю на стороне генераторного напряжения блоков генератор-трансформатор	1972	2029	184	180	97,8	4	2,2	2	50	-	-	11	507
В том числе действующих:													
а) на сигнал о последующем установившемся месте повреждения	838	959*	79	79	100	-	-	-	-	-	-	12	-
б) на сигнал с последующей разгрузкой и неавтоматическим отключением	172	201*	5	3	60,0	2	40,0	2	100	-	-	67	100
в) на отключение	459	526**	40	40	100	-	-	-	-	-	-	13	-
3. Защита изоляции вводов КИВ (для вводов 500 и 750 кВ)	317	348	15	14	93,3	1	6,7	1	100	-	-	24	348
4. Дифференциальная защита трансформаторов и блоков генератор-трансформатор с реле серий ДЗТ и ИТ	20457	22089	1100	934	85,0	168	15,0	71	42,8	11	6,6	24	133

## Показатели работы РЗА

14. Максимальная токовая защита МТЗ-М	820	934	139	130	93,5	9	6,5	8	5,8	-	-	7,2	103
15. Устройство ВЧ телеотключения ВЧТО и ВЧТО-М	1210	1498	3237	3222	99,5	15	0,5	10	66,7	2	13,3	0,5	100
16. Дистанционные защиты ПЗ-2/1, ПЗ-2/2 и защита от замыканий на землю с ВЧ блокировкой	1175	1285	1302	1269	97,5	33	2,5	7	21,2	10	30,3	1,0	39
17. Дифференциально-фазная ВЧ защита ДФЗ-201	1028	1245	1704	1648	96,7	56	3,3	20	35,7	1	1,8	0,7	22
18. Дифференциально-фазная ВЧ защита серии ДФЗ-500	524	583	1357	1311	96,6	46	3,4	14	30,0	2	4,3	0,4	13
<u>Защиты шин и УРОВ</u>													
19. Дифференциальная защита шин 110 кВ и выше:													
а) с фиксированным присоединением элементов	2215	2397	467	401	85,9	66	14,1	28	42,4	5	3,0	6,0	36
б) без фиксированного присоединения элементов	589	619	16	16	100	-	-	-	-	-	-	39,0	-
20. Устройства резервирования при отказе выключателей (УРОВ) всех напряжений	2912	3156	193	148	76,7	45	23,3	27	60,0	4	8,9	21	70

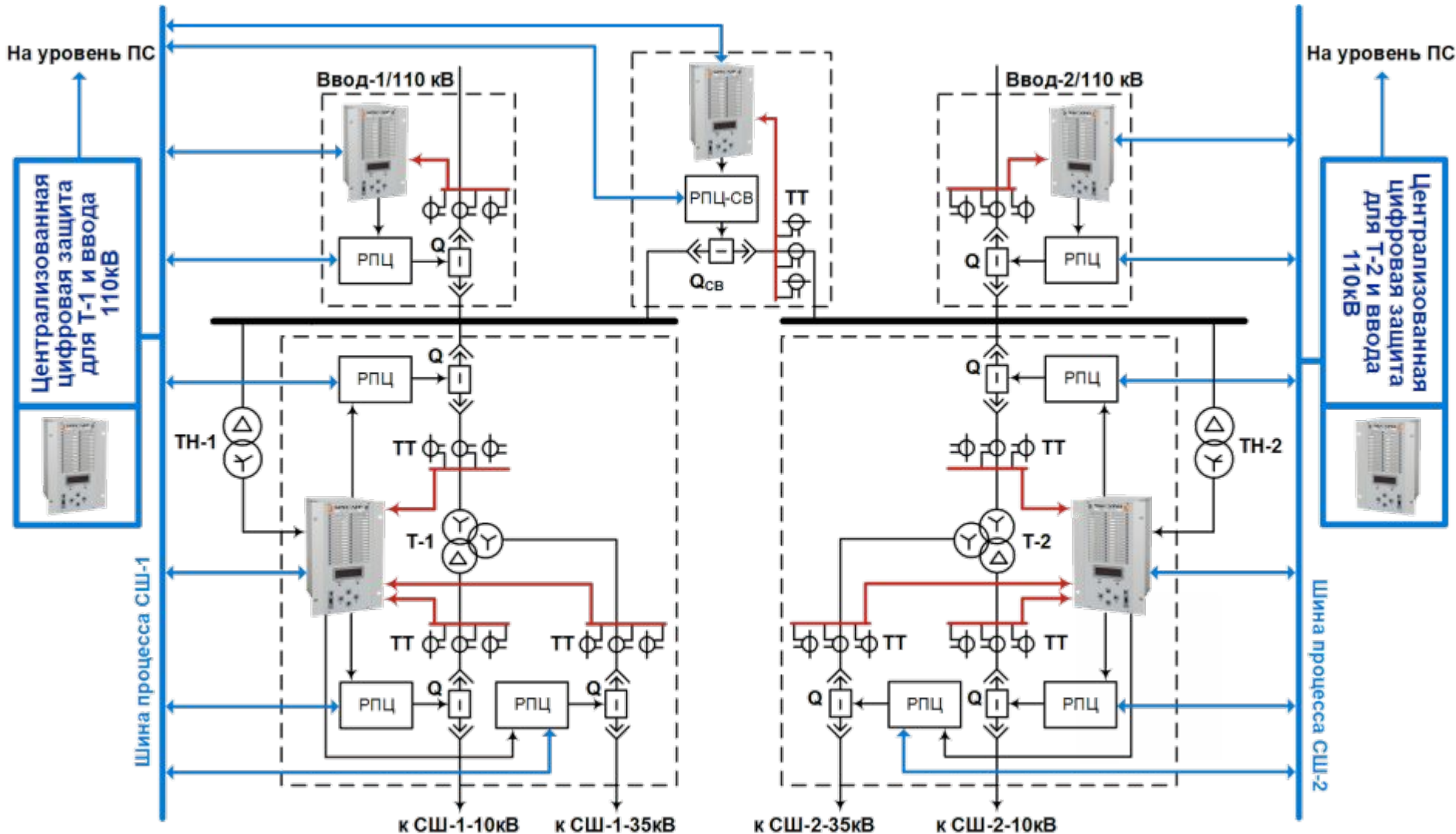
\* Данные по 69 энергосистемам.

# Сегмент ЦС. Защиты зон секций шин 10 и 35 кВ

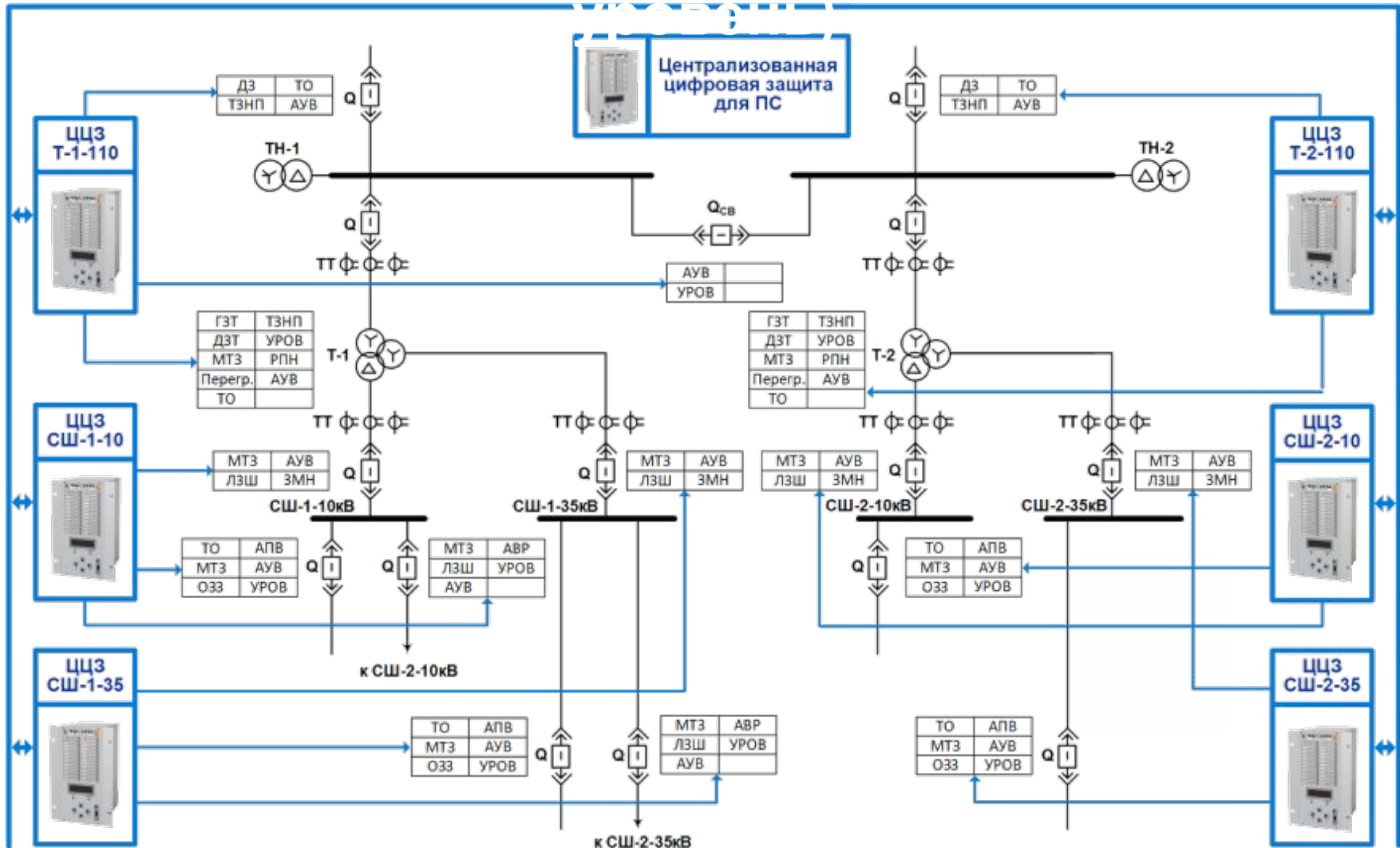




# Защиты трансформаторов и присоединений 110 кВ

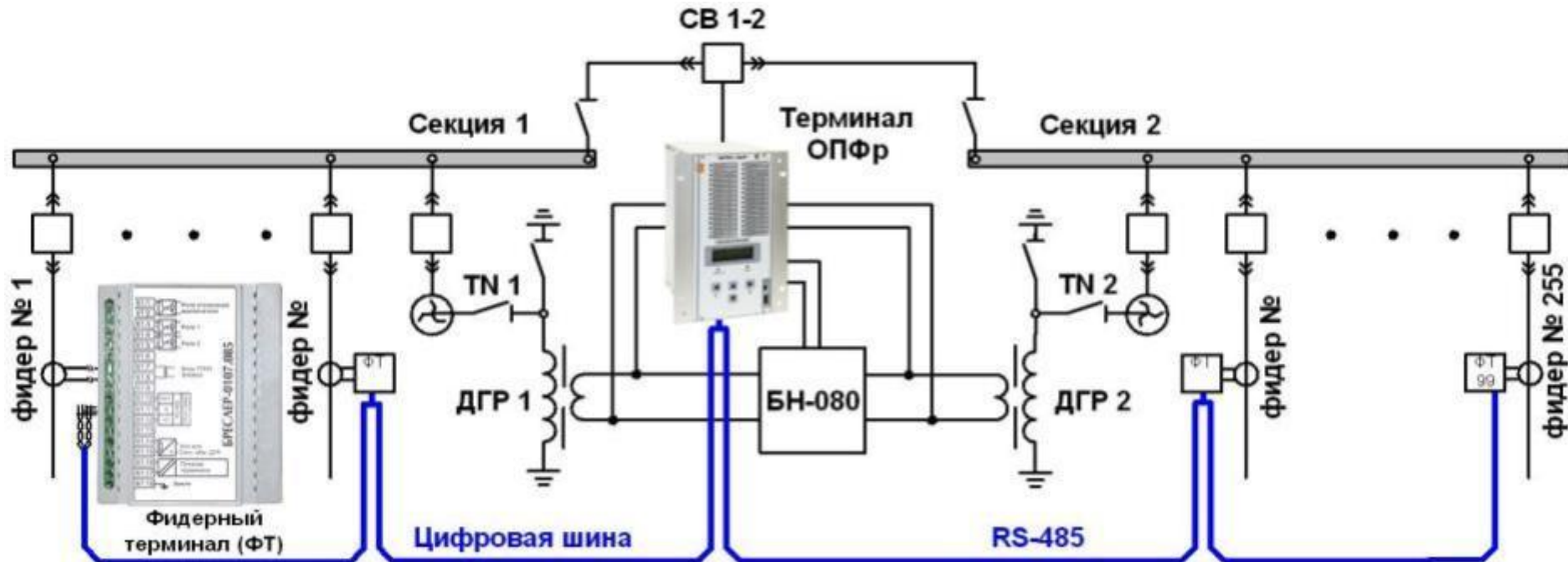


# Централизованная цифровая защита для подстанции 110/35/10 (общеподстанционный УРОВ)

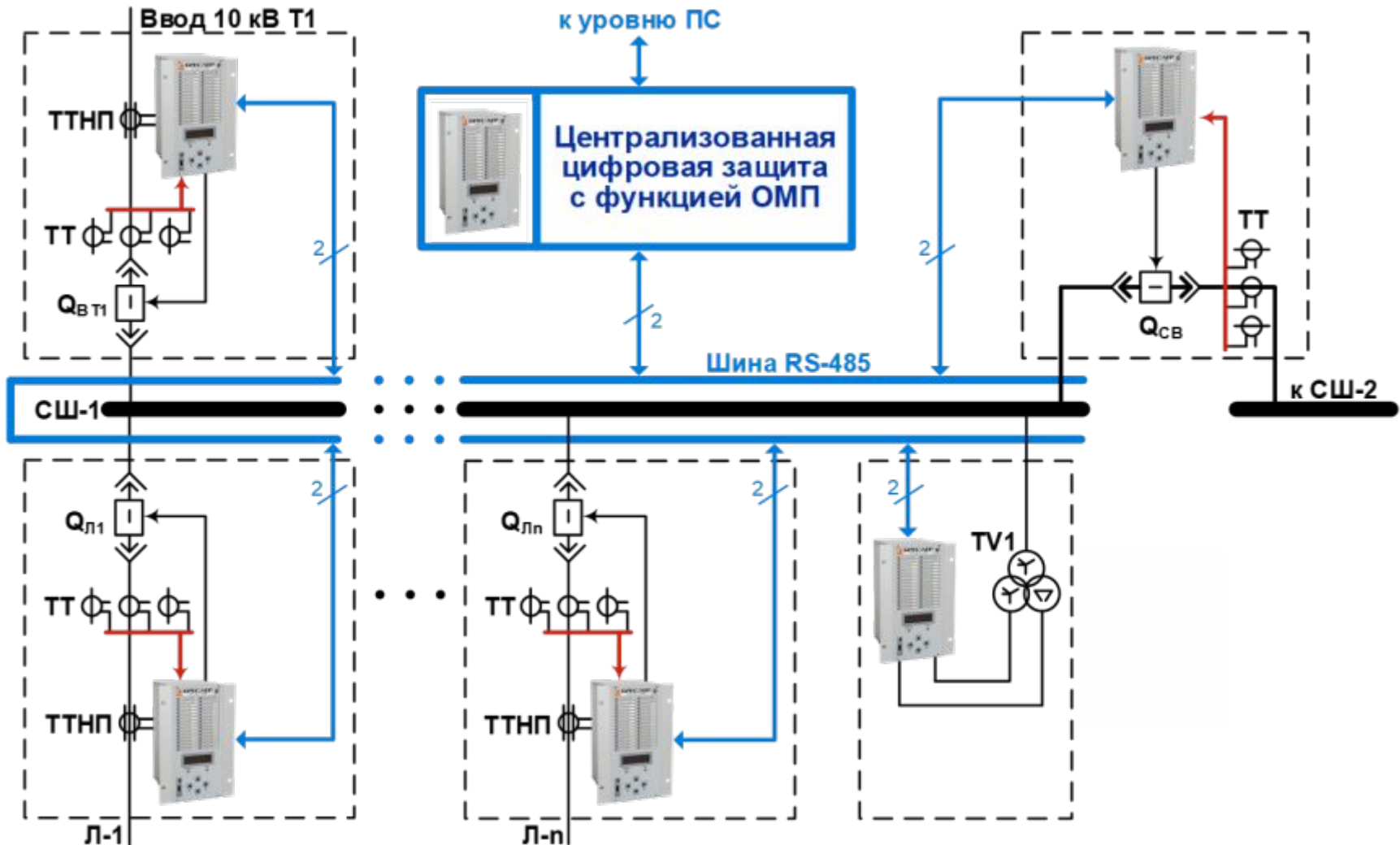


# Централизованная цифровая защита от ОЗЗ с функцией ОПФ для подстанции 110/35/10

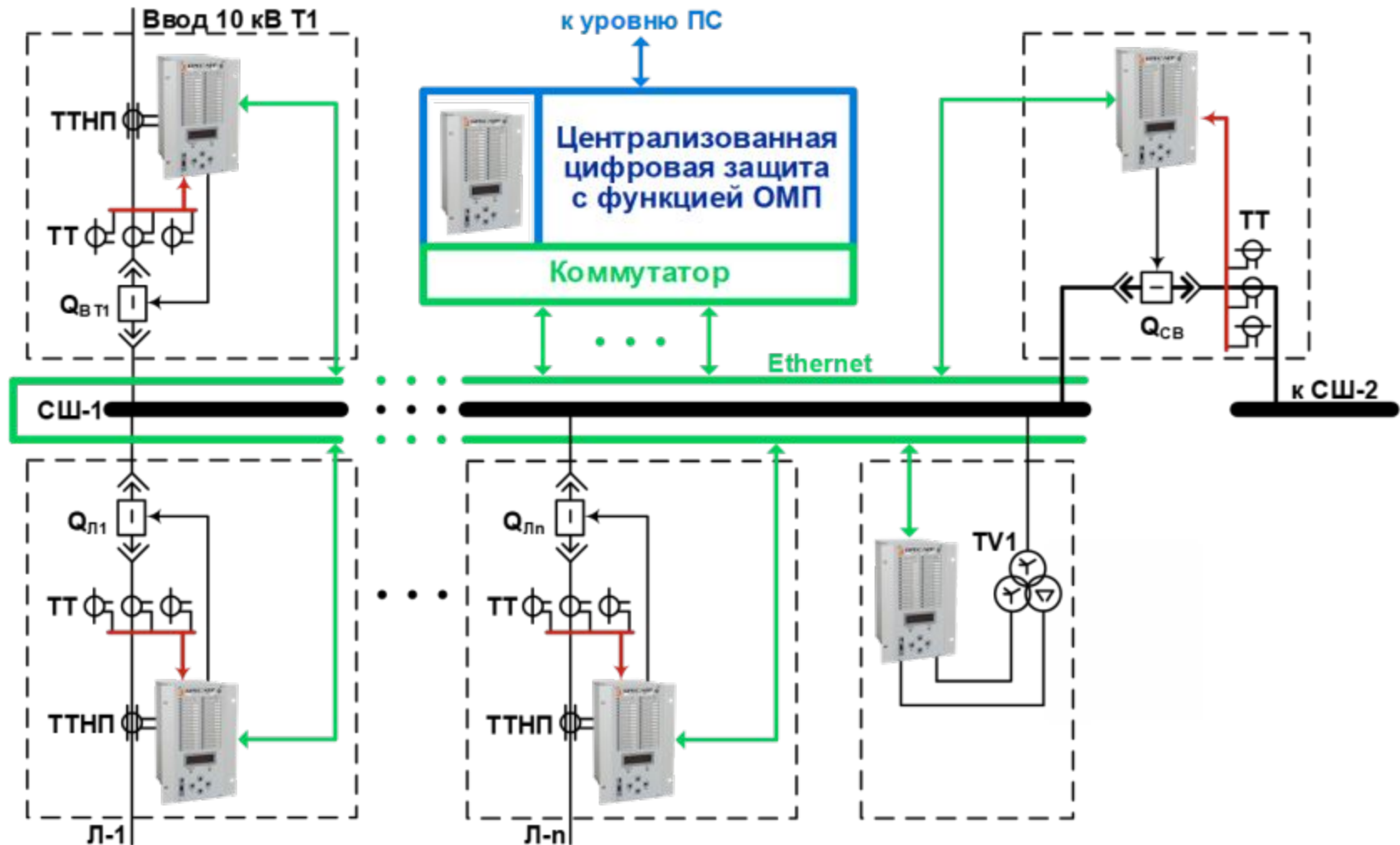
- Распределенная защита от ОЗЗ с функцией ОПФ для подстанций с большим количеством присоединений
- Реализованы все наиболее эффективные алгоритмы выявления ОЗЗ.
- Наложение тока на контролируемую цепь осуществляется через дополнительные обмотки дугогасящих реакторов



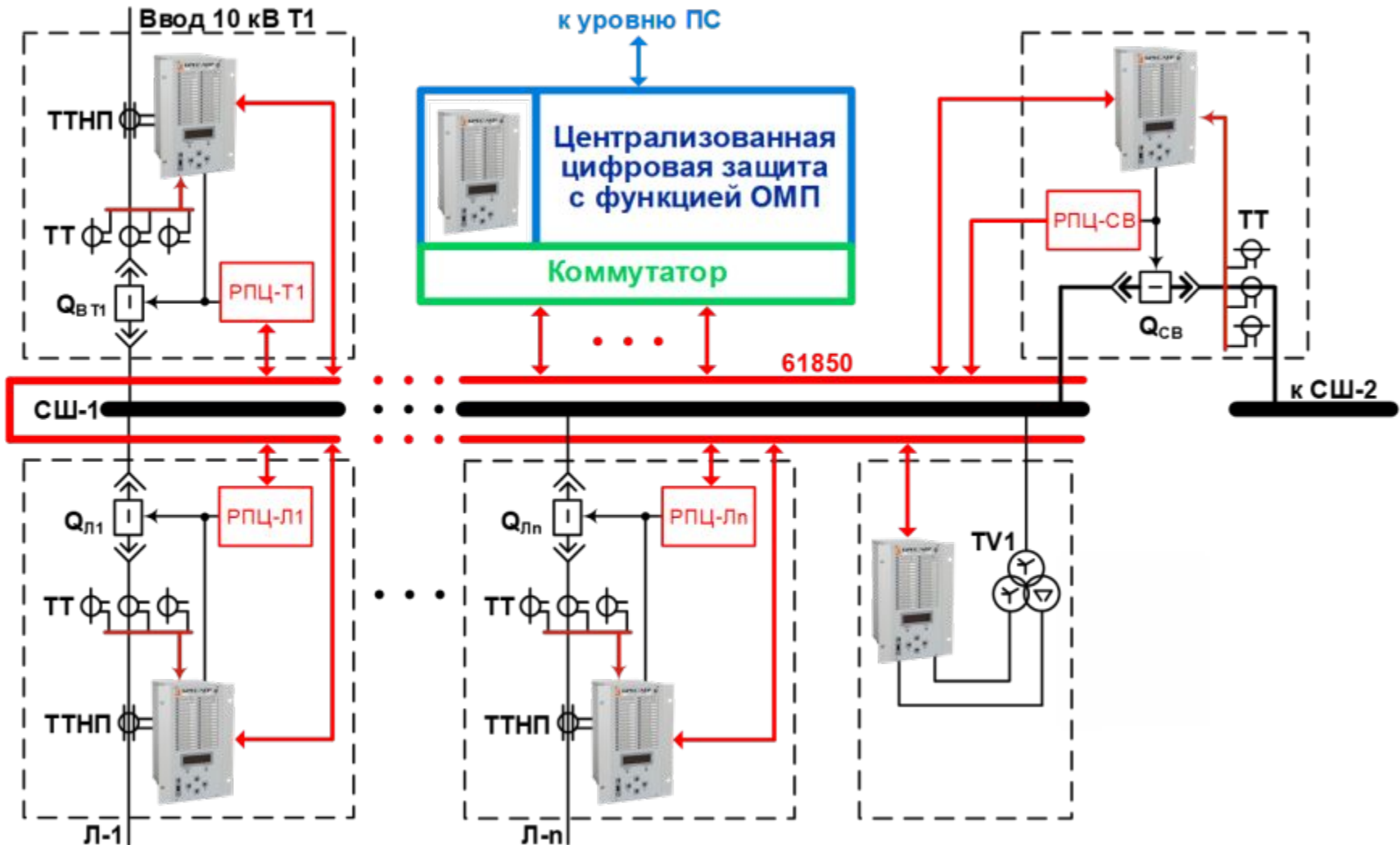
# Централизованная цифровая защита для сети 6-35 кВ с использованием портов RS-485 (бюджетная)



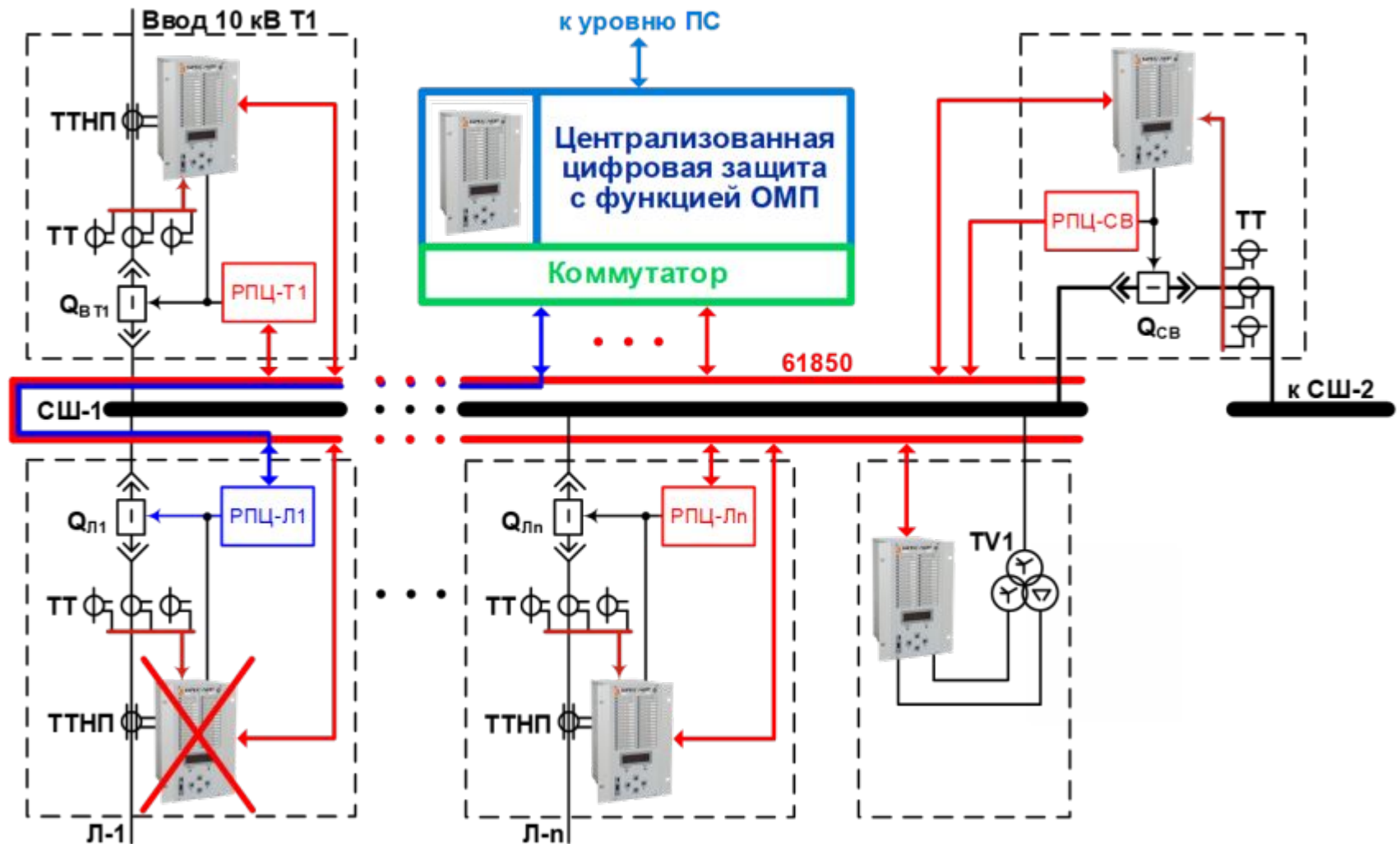
# Централизованная цифровая защита для сети 6-35 кВ с коммуникациями по Ethernet



# Централизованная цифровая защита для сети 6-35 кВ с коммуникациями по протоколу 61850



# Функция резервирования защит присоединения



# Специализированный базовый терминал для ЦПС



**Поддержка протоколов:**

- МЭК61850-8-1 (MMS, GOOSE)
- МЭК61850-9-2LE(SV)

**Поддержка протоколов резервирования:**

- PRP
- RSTP
- HSR



## Конфигурация портов связи Ethernet

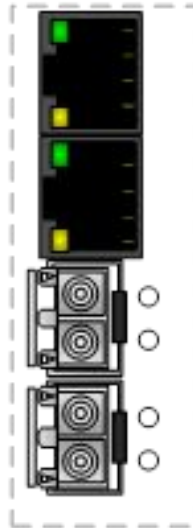
2\*RJ45



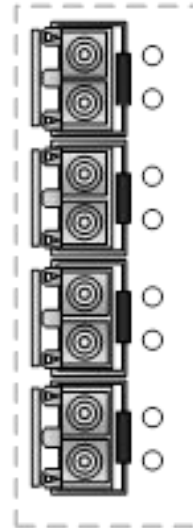
2\*RJ45  
2\*RJ45



2\*RJ45  
2\*SFP



2\*SFP  
2\*SFP



2\*RJ45 (или 2\*SFP) для интеграции в шину ПС (МЭК61850-8-1)  
2\*RJ45 (или 2\*SFP) для интеграции в шину процесса (МЭК61850-9-2)

# Терминалы НПП Бреслер для ЦПС

## МФУ РЗА+КП СН Бреслер-0107.2ХХ

- Совмещение в одном устройстве функций РЗА и контроллера присоединения (КП) СН (6-35кВ)
- 2 порта Ethernet (RJ45/ST/LC), МЭК 61850
- 2 порта RS485 с поддержкой Modbus, 101, 103
- Монохромный дисплей 2.8" с разрешением 128x64
- Рабочие температуры: -40...+55 °С
- 36xDI, 21xDO/ОБР



## МФУ АУВ+КП ВН Бреслер-0107.603

- Совмещение в одном устройстве функций АУВ и КП ВН (110-220кВ)
- 2 или 4 порта Ethernet (2xRJ45 + 2xSFP/LC/ST), МЭК 61850
- Цветной сенсорный дисплей управления 7" с разрешением 800x480
- Общее количество входов-выходов:  
 11xТИ ТТ/ТН, 5xТИ АУВ, 152xDI, 66xDO
- В части КП:  
 64xDI, 32xDO/ОБР: управление 10 КА (5xDI, 2xDO, 1xОБР)



# Шкафы НПП Бреслер для ЦПС

- РЗА ВН (35-220 кВ) с поддержкой МЭК 61850-8-1, МЭК 61850-9-2 (\*), RSTP, PRP
- РЗА СН (6-35 кВ) с поддержкой МЭК 61850-8-1, RSTP, PRP
- Полевые преобразователи (AMU, DMU, ADMU)
- Контроллеры присоединений «ИНБРЭС»
- Многофункциональные устройства

Шкаф полевых УСО «ИНБРЭС-ШПДС»



Шкаф РЗА



## Заключение

**1. Создан проект и опытный образец цифровизации, обеспечивающий поэтапный перевод действующих ПС-110 кВ на уровень цифровых, без вывода их из работы.**

**2. Системный эффект от цифровизации:**

- ✓ резервирование защит присоединений;**
- ✓ селективная защита от ОЗЗ;**
- ✓ функции ОПФ и ОМП;**
- ✓ телеуправление выключателями присоединения;**
- ✓ система регистрации событий;**
- ✓ связь с системой АСУТП для организации цифрового РЭС.**

**3. Надо обеспечивать автономность Защит на уровне отдельных узлов подстанций: секций шин 6-10-25 кВ, трансформаторов, распределительных устройств 110**

# Обучение и Повышение квалификации в ИПК РЗА

## ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ



428018, г. Чебоксары,  
Ядринское шоссе, 4В.  
тел/факс: (8352)23-77-55, 36-73-33  
web: [www.ipk-rza.ru](http://www.ipk-rza.ru),  
e- mail:  
[infoinfo@info@ipkinfo@ipk-info@ipk-rzainfo@ipk-rza.ru](mailto:infoinfo@info@ipkinfo@ipk-info@ipk-rzainfo@ipk-rza.ru)



УЧРЕДИТЕ  
ЛЬ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
**БРЕСЛЕР**

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ  
ПАРТНЕР:



**УВАЖАЕМЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ И СПЕЦИАЛИСТЫ!**

**Повышайте квалификацию у нас!**

**Мы не только знаем о релейной защите и автоматике энергосистем всё лучше других, но и превосходно умеем научить этому Вас.**

**Слушателям, освоившим программу обучения, выдается удостоверение установленного образца. Это удостоверение учитывается как официальное повышение квалификации во всех электроэнергетических компаниях в соответствии с новым законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.12 №273-ФЗ.**

**Объем курса по каждой из 18 образовательных программ составляет 72 часа**

## СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

- ООО «НПП Бреслер»
- Россия, г. Чебоксары, Ядринское шоссе, 4В.
- тел/факс: (8352)23-77-55, 36-73-33.
- e-mail: [info@bresler.ru](mailto:info@bresler.ru) web: [www.bresler.ru](http://www.bresler.ru)



**Цифровизация - не самоцель, а средство  
улучшения основных свойств РЗА!**