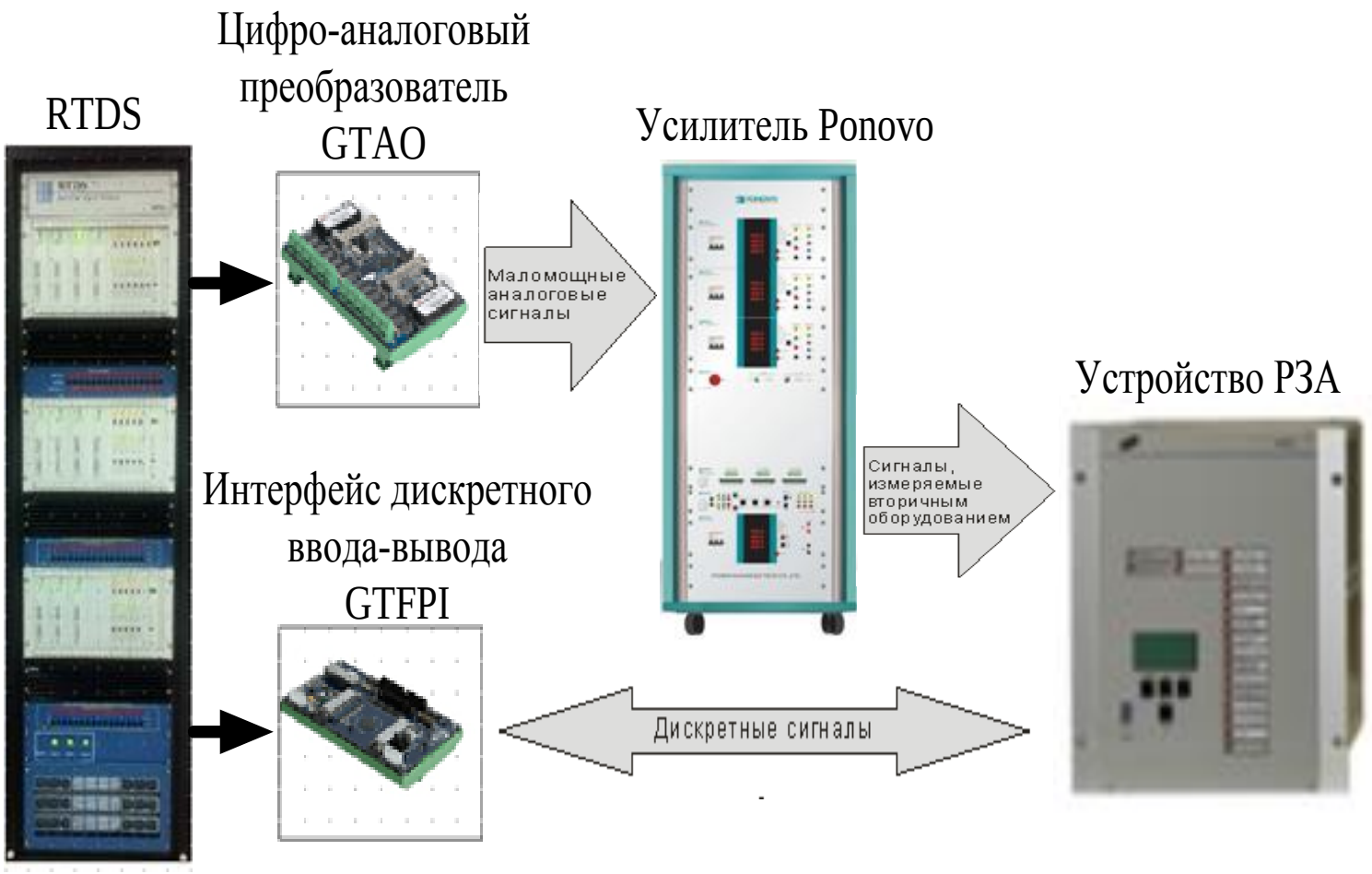
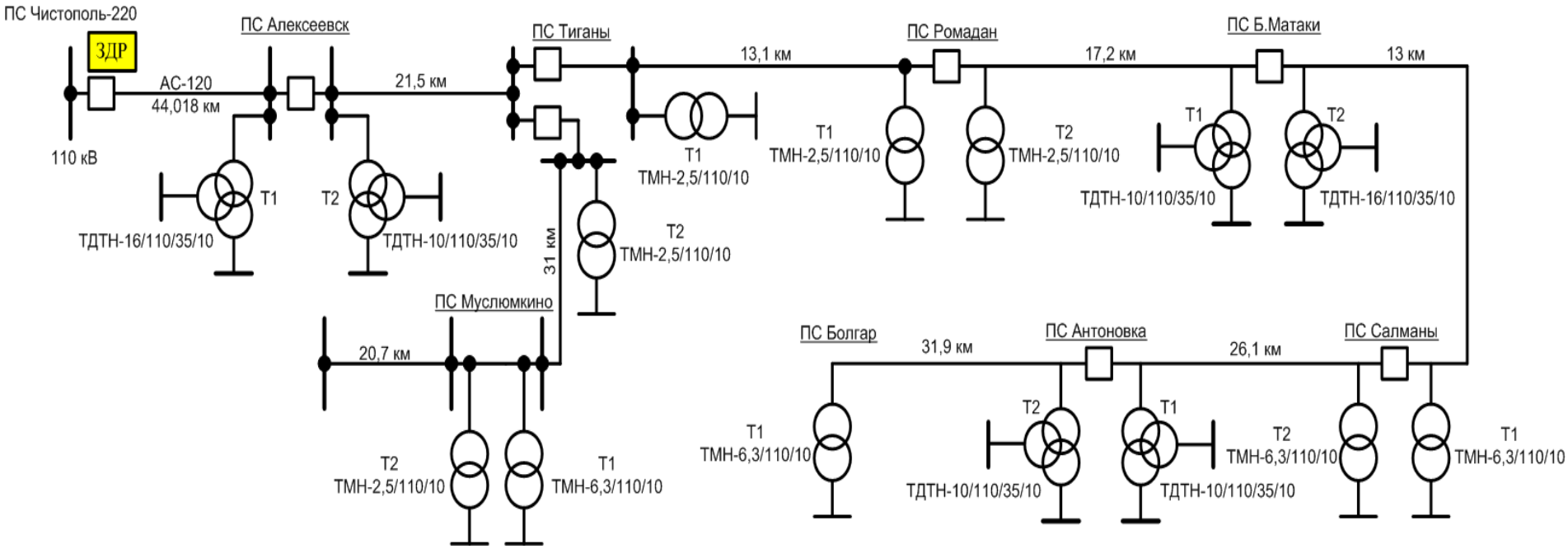
Применение программно-аппаратного комплекса RTDS для проведения испытаний устройств релейной защиты и автоматики в КНИТУ-КАИ

Исаков Р.Г., к. т. н., КНИТУ-КАИ, г. Казань
Учебно-исследовательская лаборатория
«Релейная защита, автоматика и управления системами электроснабжения»

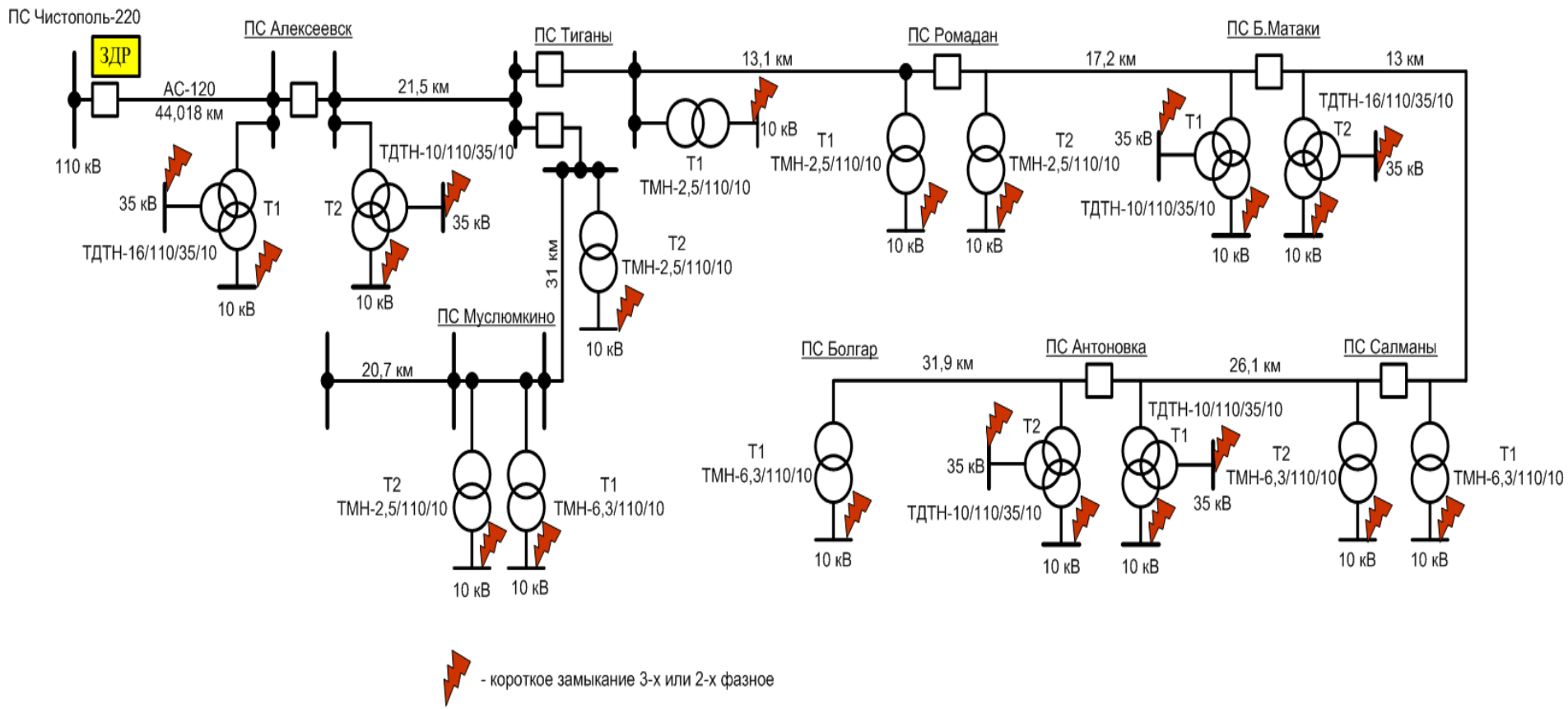
Исследование и проверка устройств РЗА с использованием комплексов RTDS



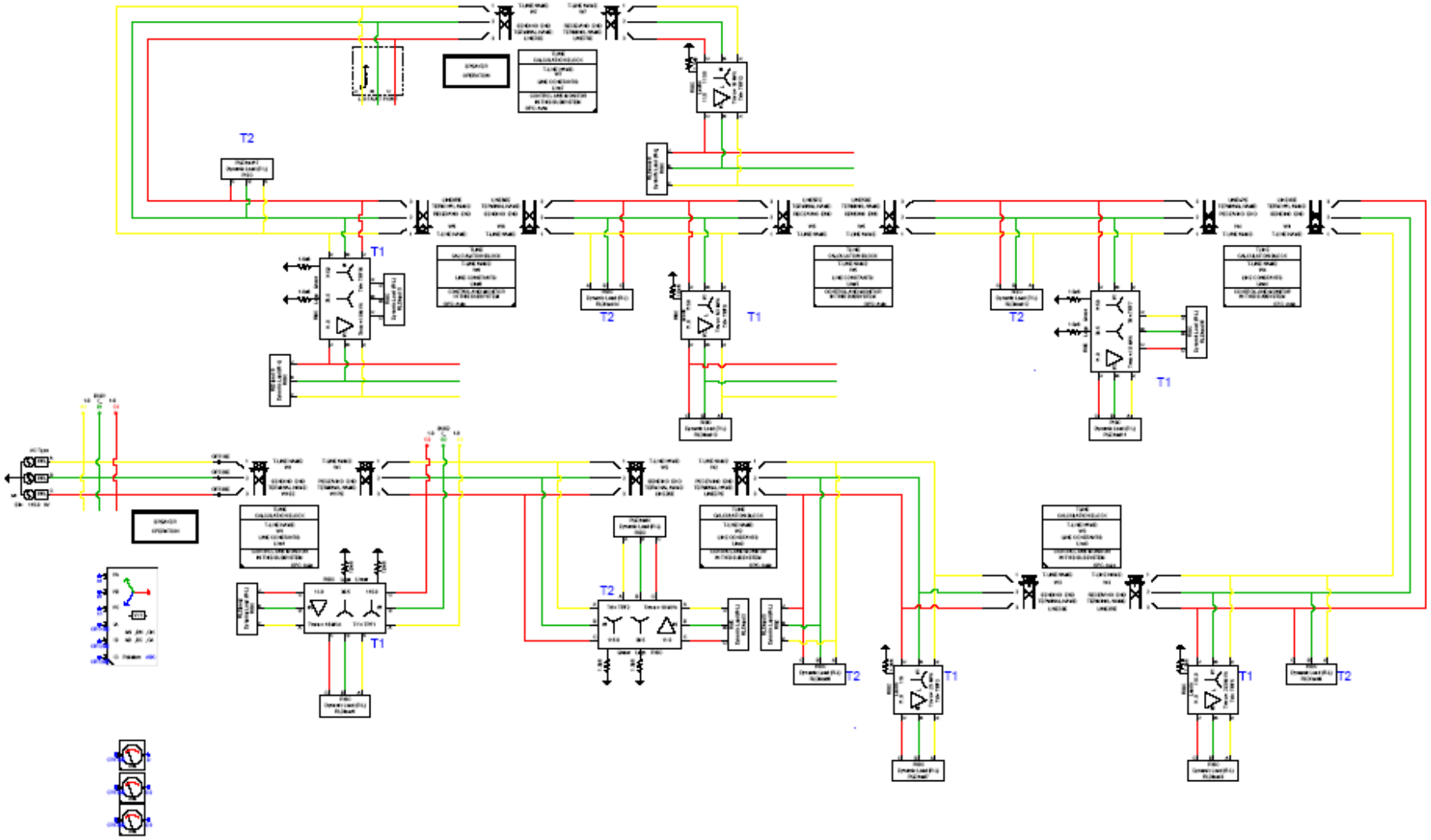
Испытание защиты дальнего резервирования



Варианты повреждений при проведении испытаний

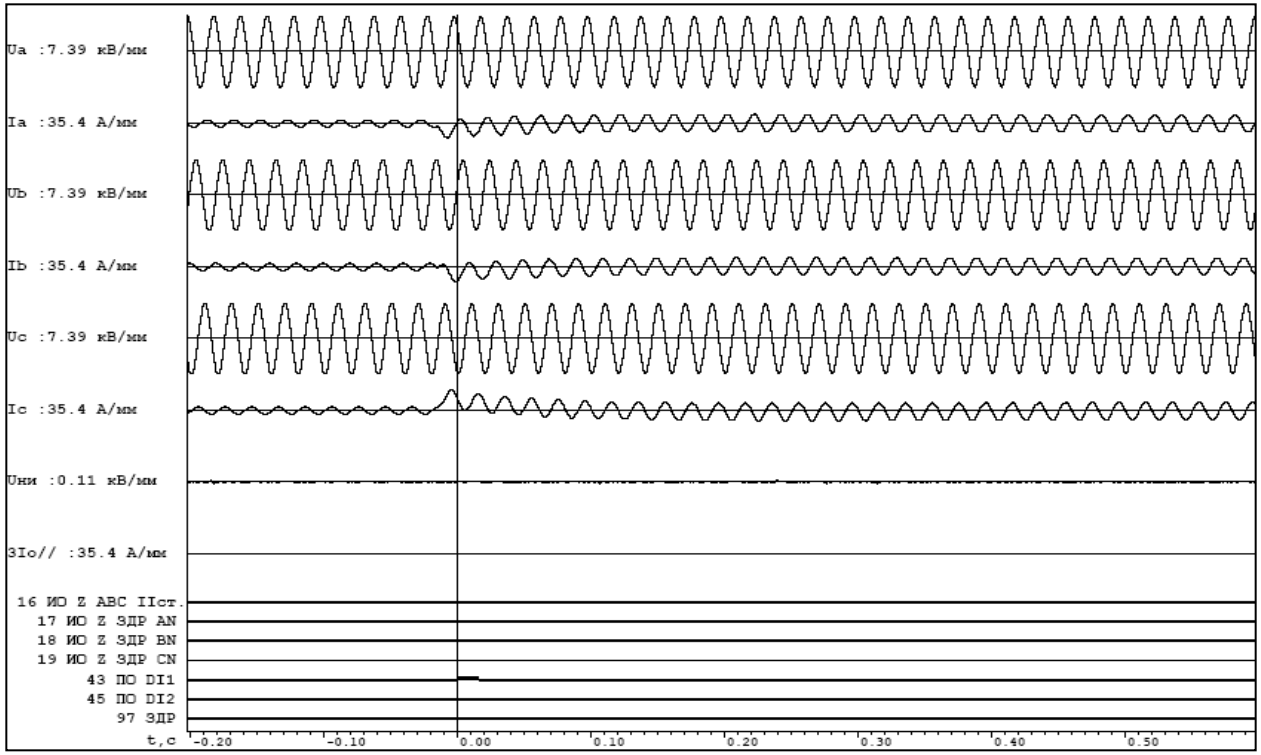


Модель исследования ЗДР в RTDS



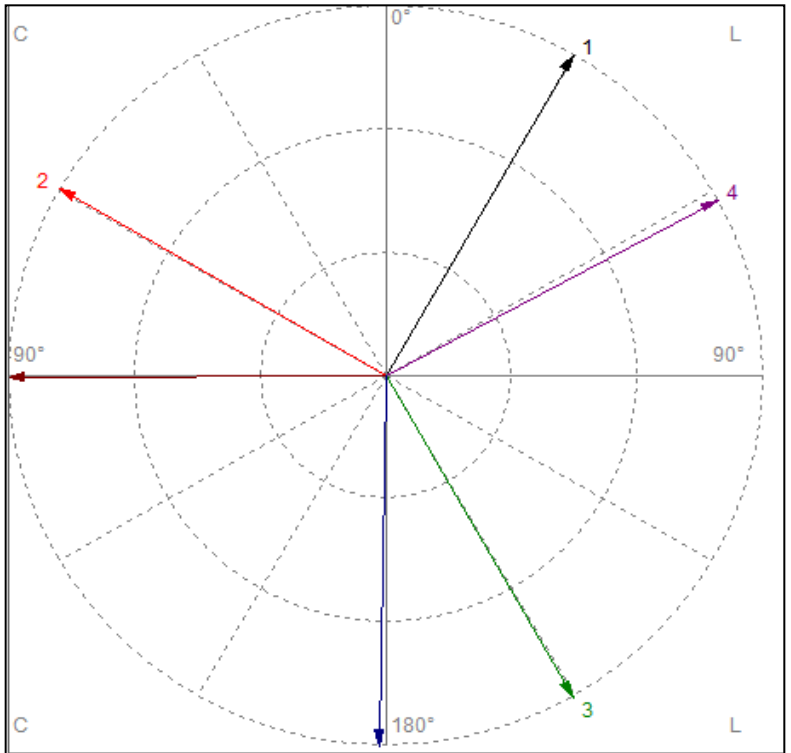
Испытание при трехфазном КЗ на стороне НН трансформатора Т2 ПС Муслюмкино 2,5 МВА (без нагрузки на трансформаторах)

Измеряемые параметры в месте установки защиты	Величины
Первичный ток I_A, А	81,72
Первичный ток I_B, А	81,72
Первичный ток I_C, А	81,72
Первичное сопротивление Z_A, Ом	$823{,}2e^{j88{,}34}$
Первичное сопротивление Z_B, Ом	$823{,}2e^{j88{,}34}$
Первичное сопротивление Z_C, Ом	$823{,}2e^{j88{,}34}$



Отсутствие срабатывания РС ЗДР связано с влиянием емкостного тока линии!

Влияние емкостного тока линии на работу РС ЗДР



N	Имя канала	Действ.зн.1гарм	Угол,град
1	Ua	68.44 кВ	30.0L
2	Ia	34.45 А	59.4C
3	Ub	68.50 кВ	150.1L
4	Ib	34.02 А	61.5L
5	Uc	68.47 кВ	90.0C
6	Ic	34.25 А	179.2C

Емкостный ток линий можно рассчитывать по формуле:

$$I_c = b_0 \cdot U_{ф,раб} \cdot L_{линии},$$

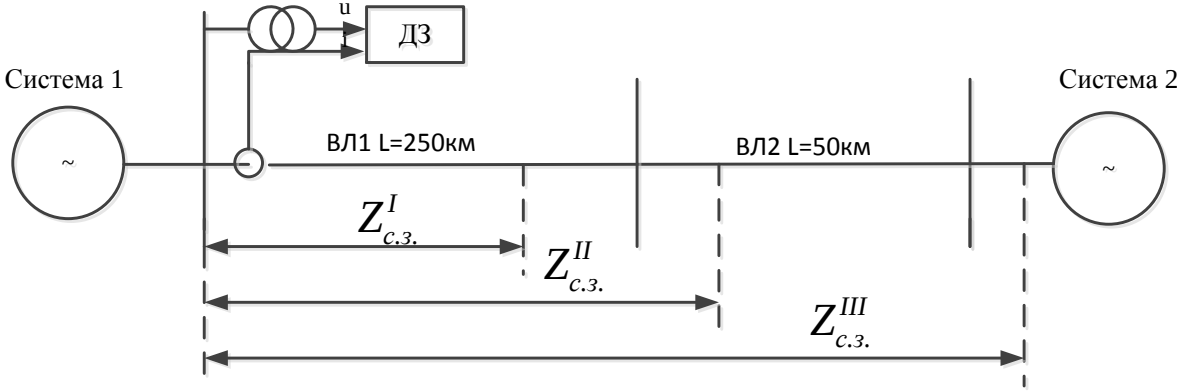
где b_0 – емкостная проводимость прямой последовательности ВЛ, (См/км)х10^{-6}.

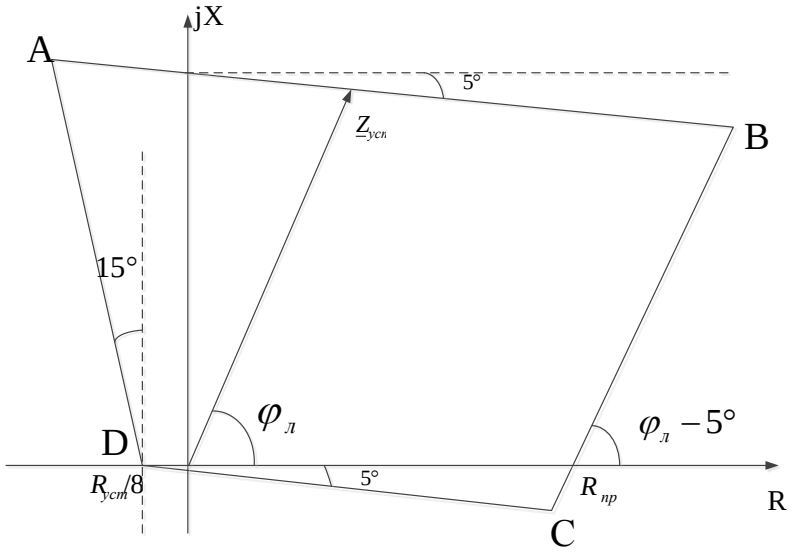
Согласно справочным данным b_0 для ВЛ-110 кВ с маркой провода АС-120 равно 2,66х10^{-6} См/км.

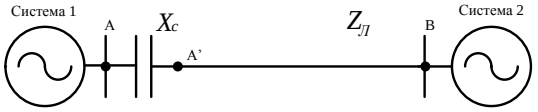
Суммарная длина линии в модели ЗДР равна 197,8 км. Емкостный ток равен

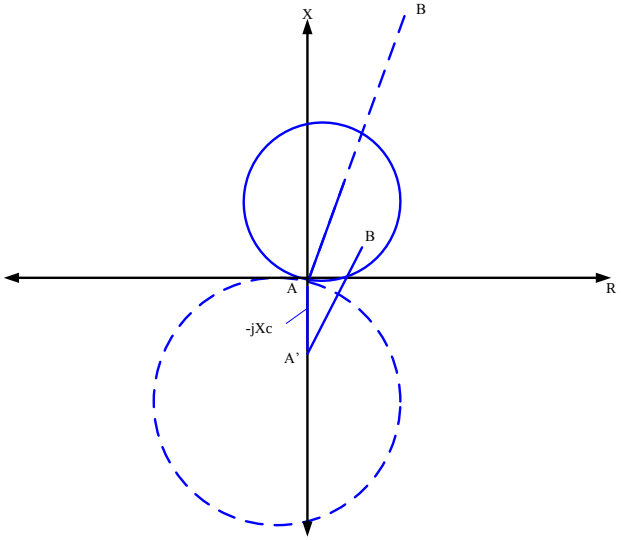
$$I_c = 2{,}66 \cdot 10^{-6} \cdot (115/1{,}73) \cdot 197{,}8 = \mathbf{34{,}97}\ А.$$

Влияние устройства продольной компенсации на работу дистанционной защиты линии

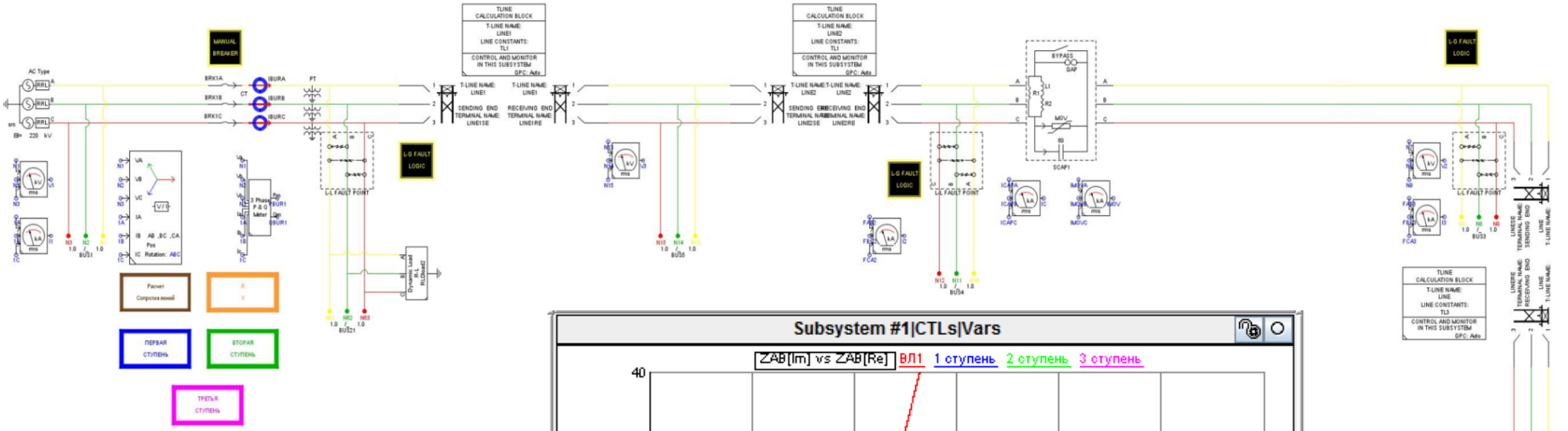


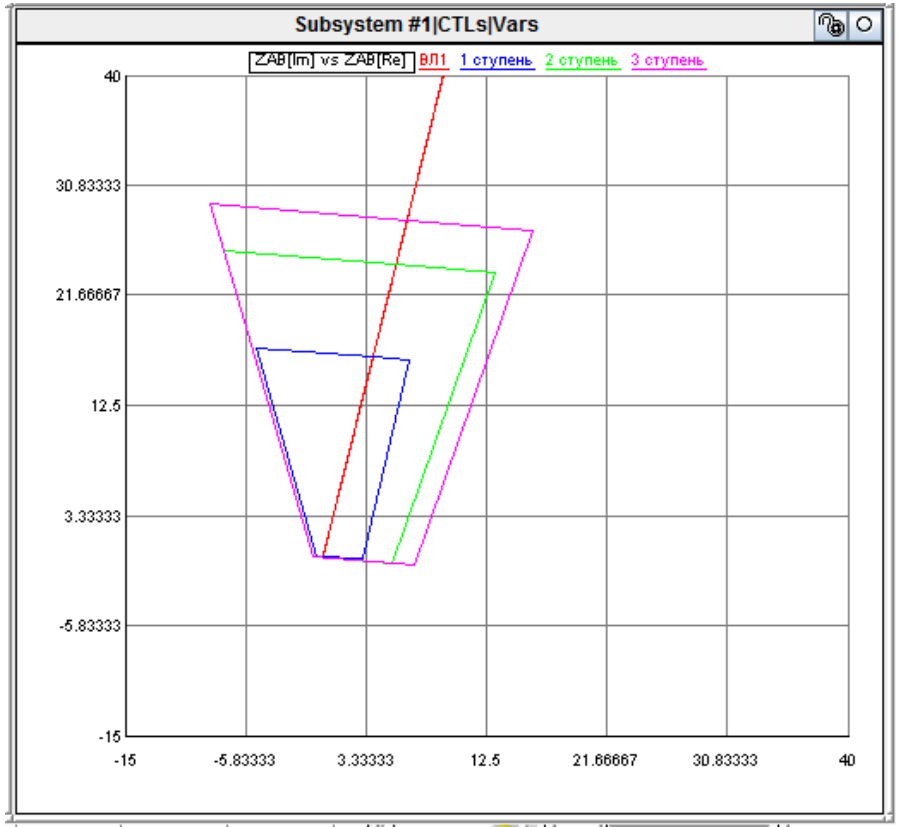






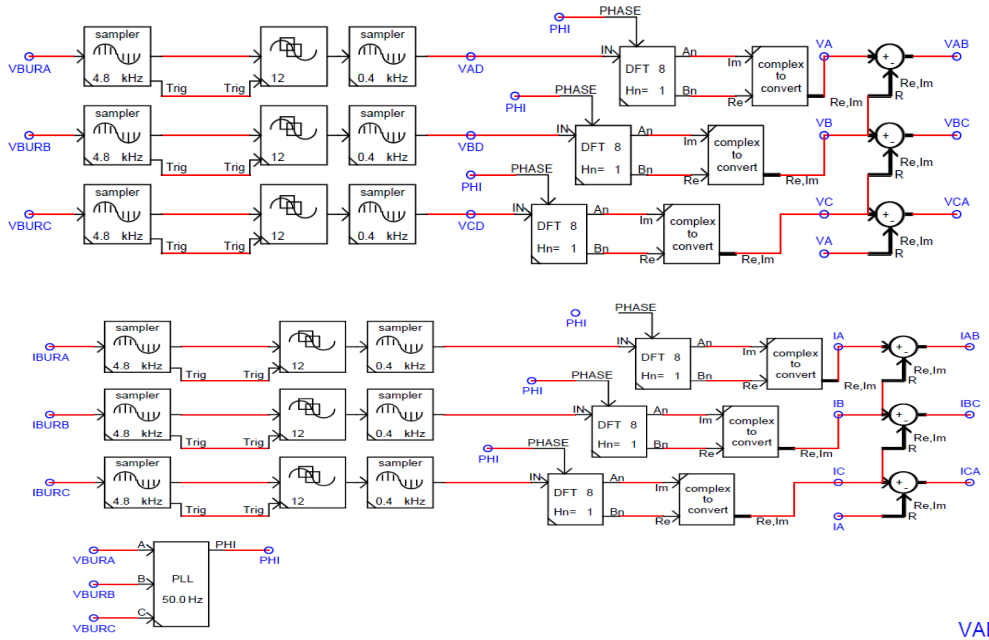
Создание модели исследуемого объекта на основе программно-аппаратного комплекса RTDS в программной среде RSCAD



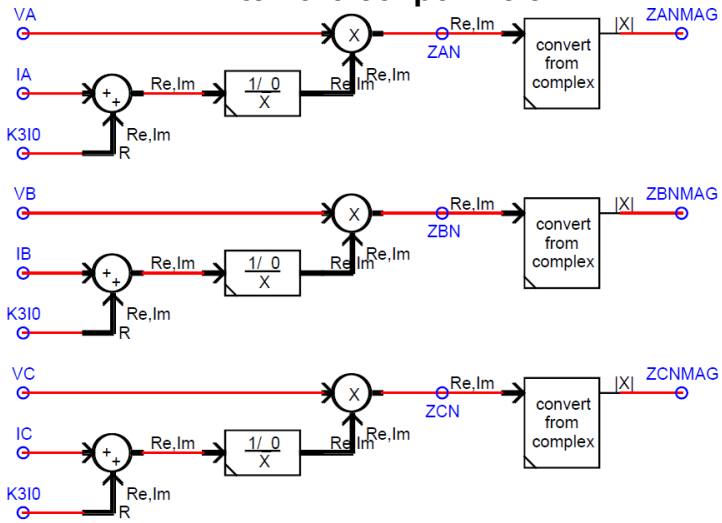


Создание модели дистанционной защиты

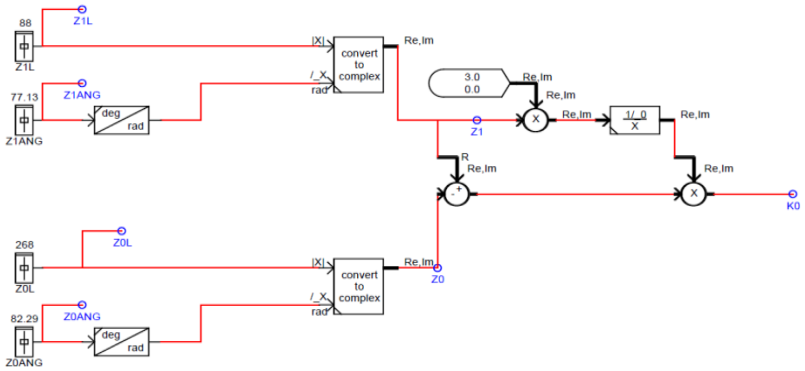
Формирование фазных и междуфазных значений напряжения и тока



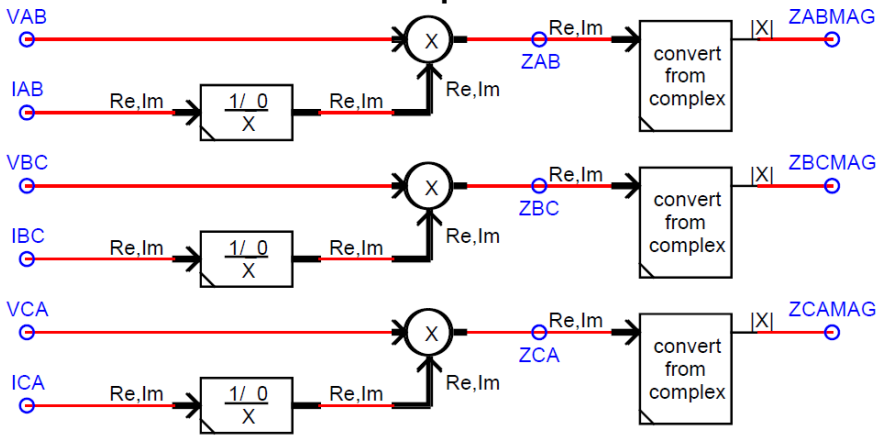
Формирование фазных значений полного сопротивления



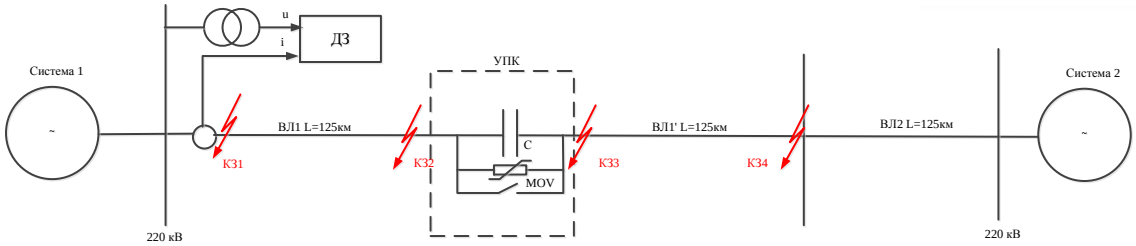
Расчет I0 и K0

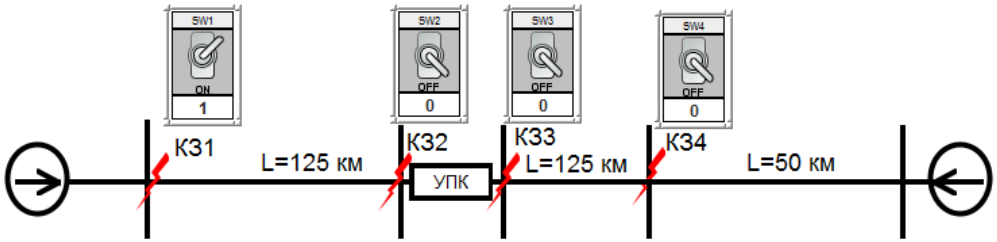


Формирование междуфазных значений полного сопротивления

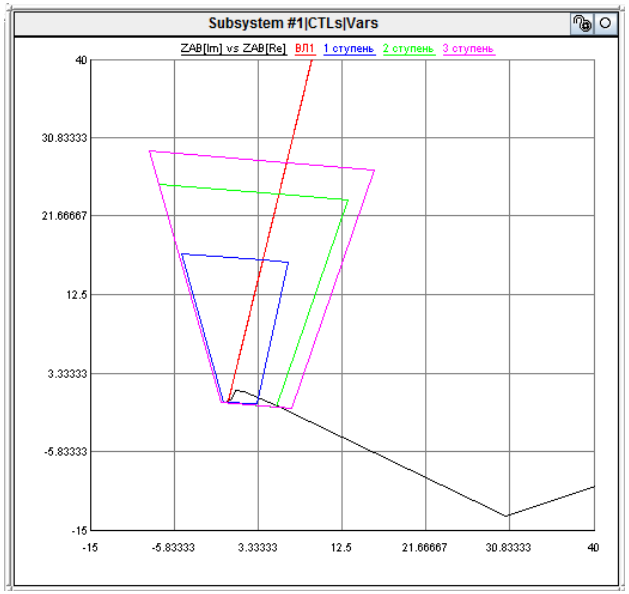


Испытание дистанционной защиты при установке УПК в середину линии

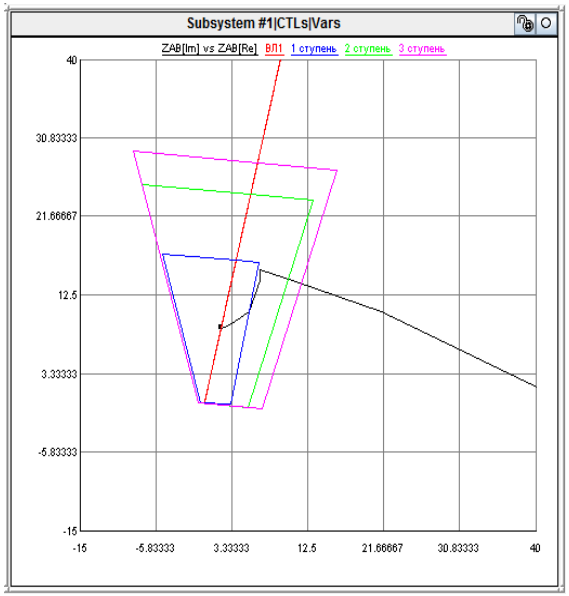




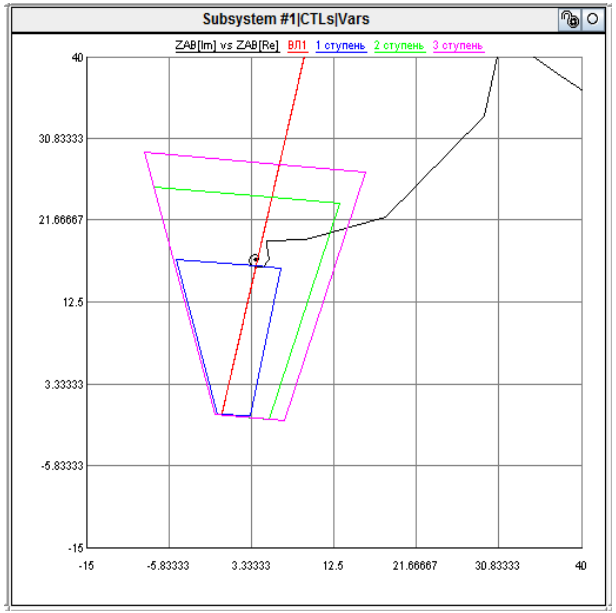
$КЗ_1$



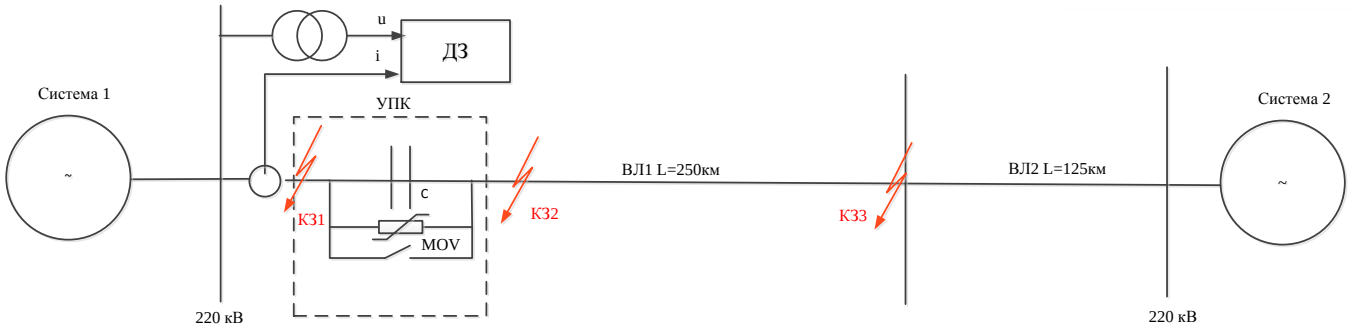
$КЗ_2$ $КЗ_3$



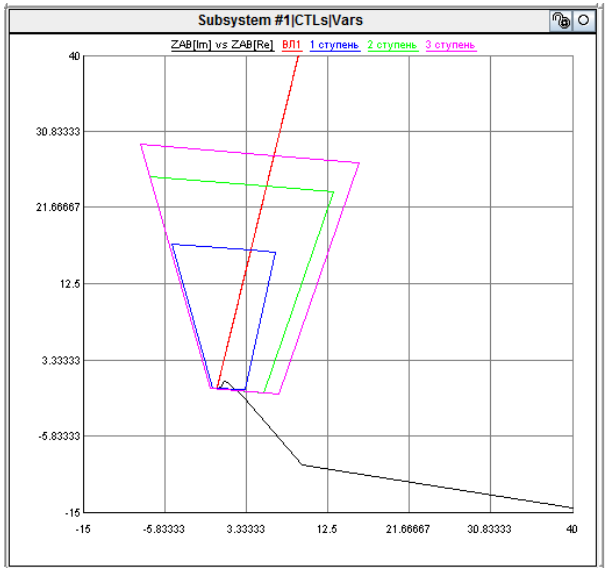
$КЗ_4$



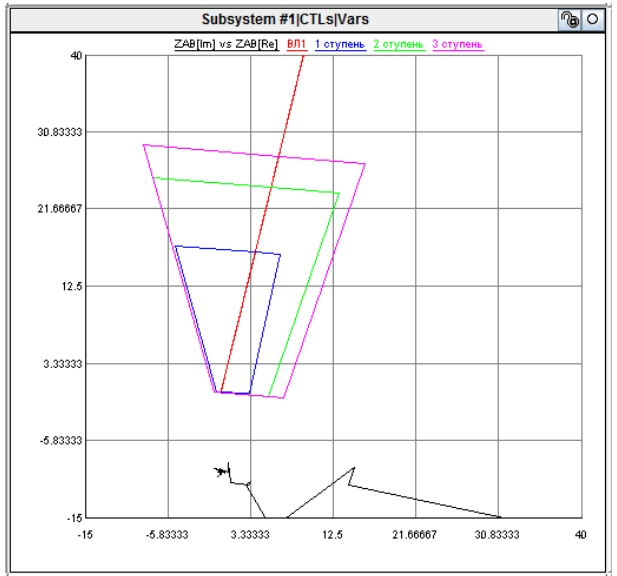
Испытание дистанционной защиты при установке УПК в начале линии



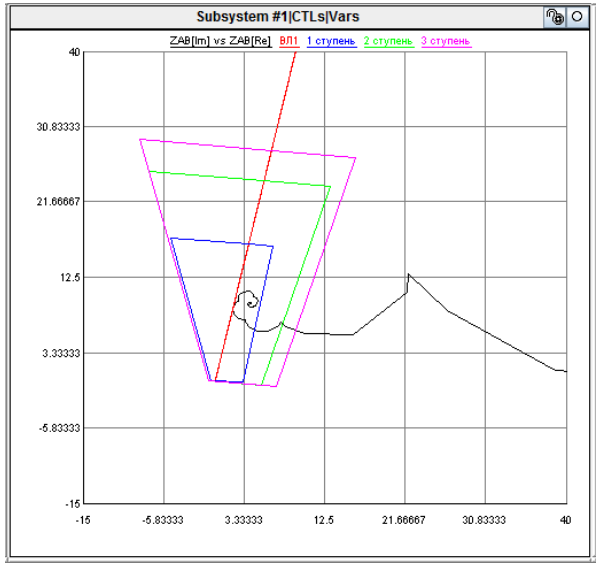
$КЗ_1$



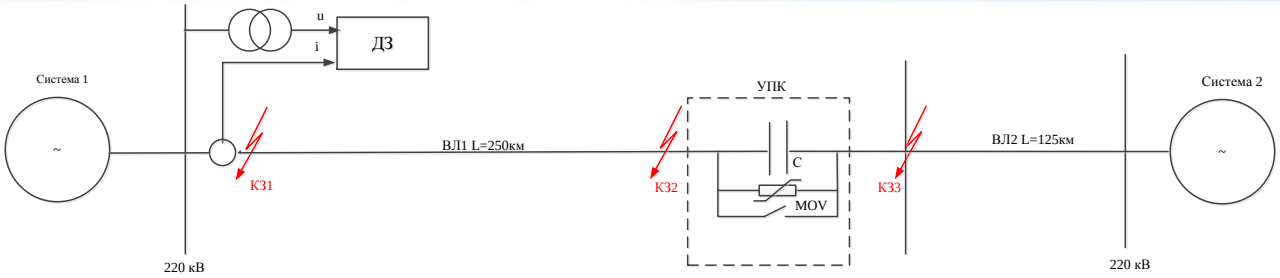
$КЗ_2$



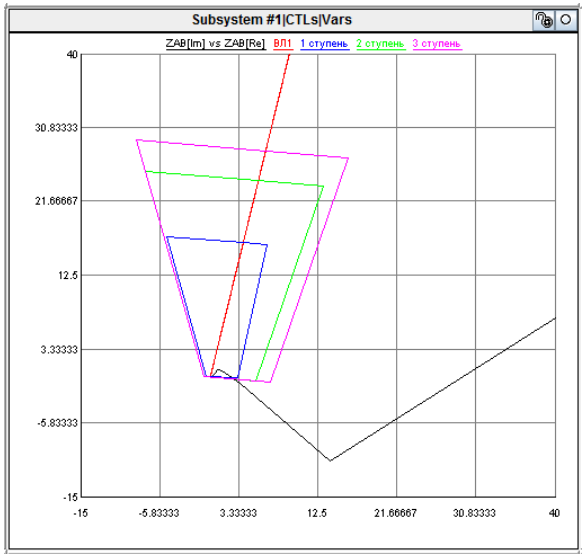
$КЗ_3$



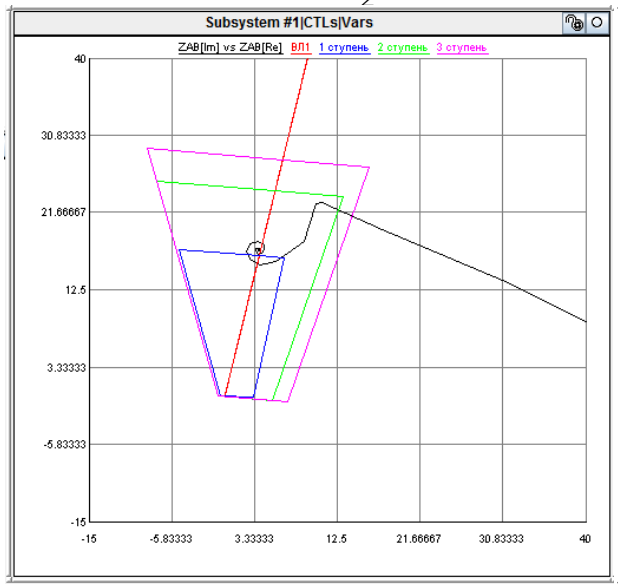
Испытание дистанционной защиты при установке УПК в конце линии



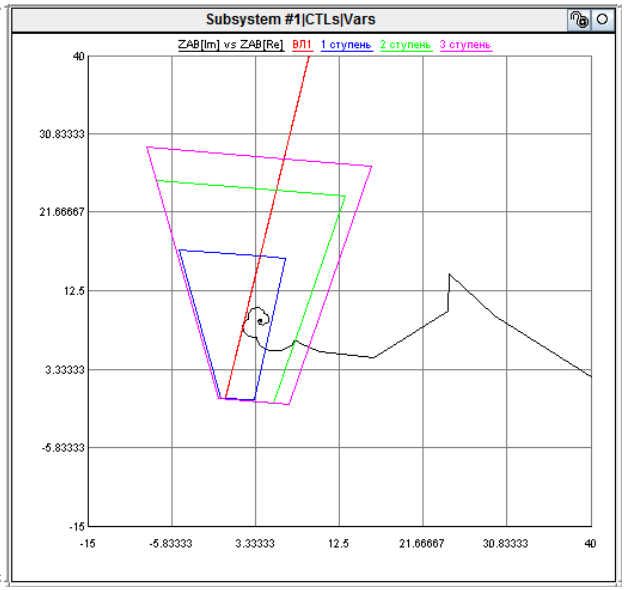
$КЗ_1$



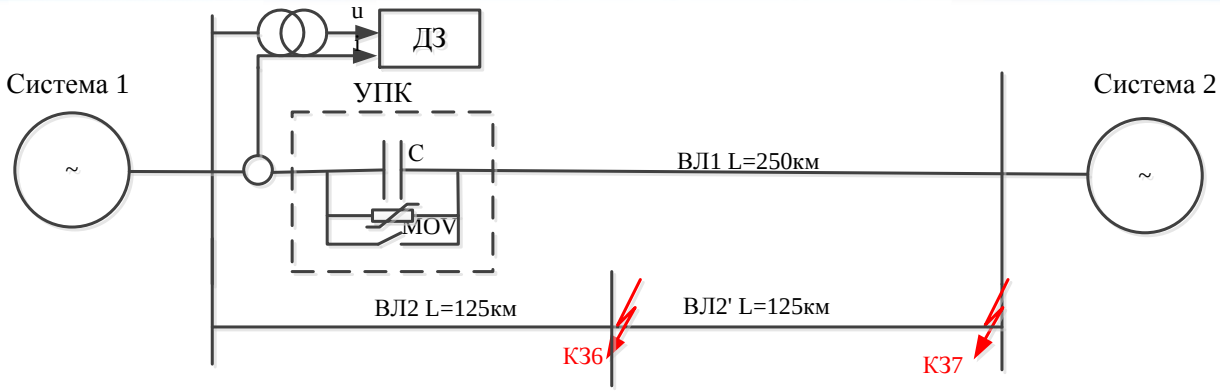
$КЗ_2$



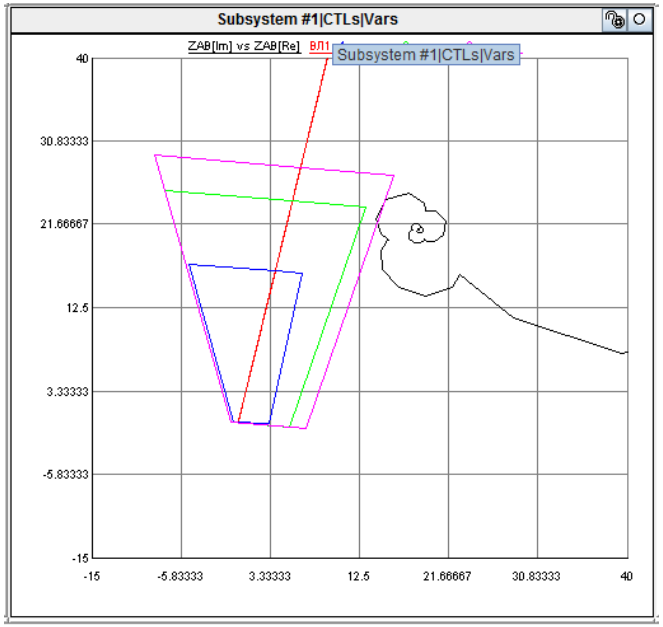
$КЗ_3$



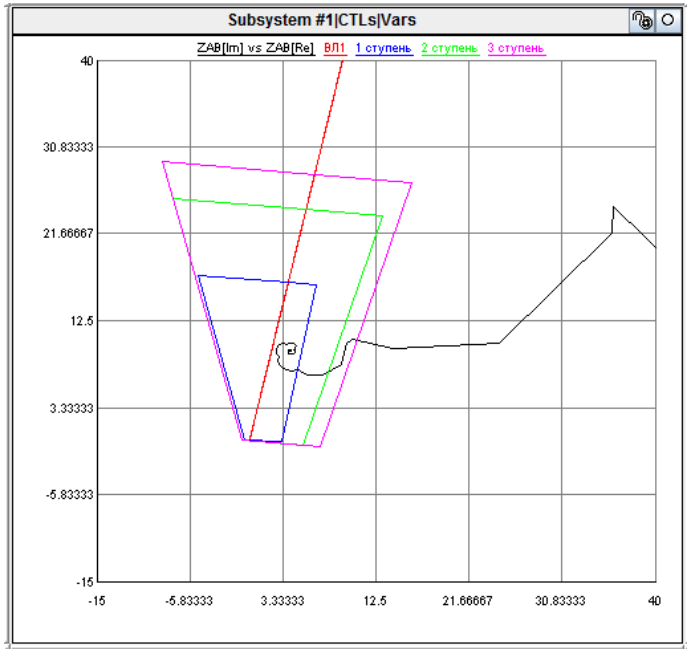
Испытание дистанционной защиты при установке УПК в начале защищаемой линии при коротких замыканиях на параллельной линии



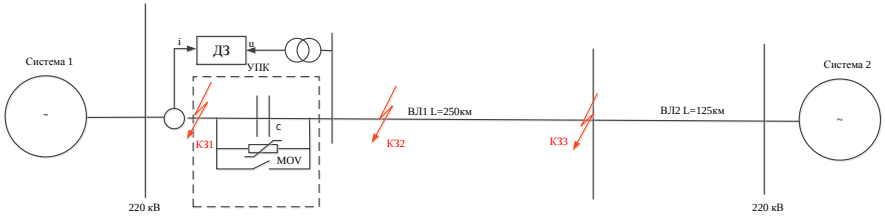
$КЗ_6$



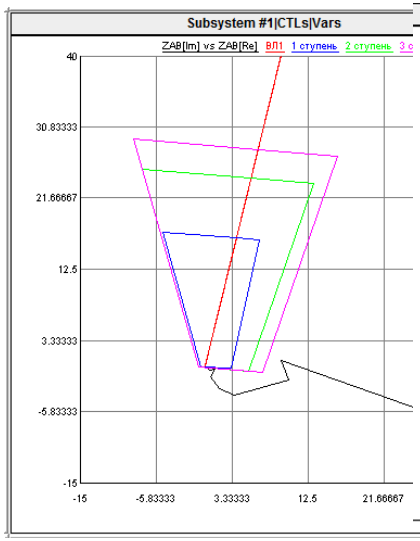
$КЗ_7$



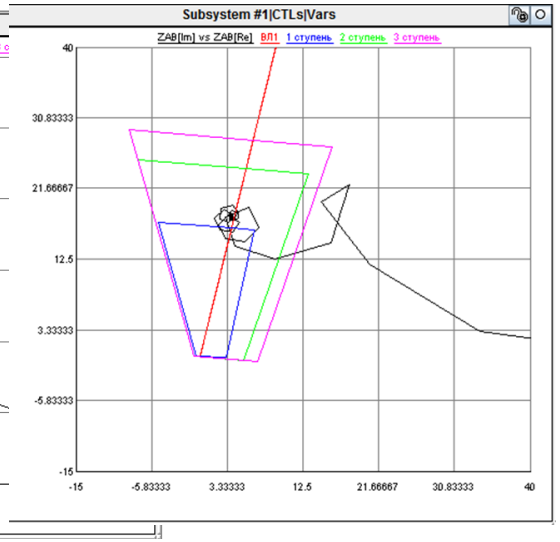
Рекомендации для повышения эффективности работы релейной защиты и автоматики линии электропередач

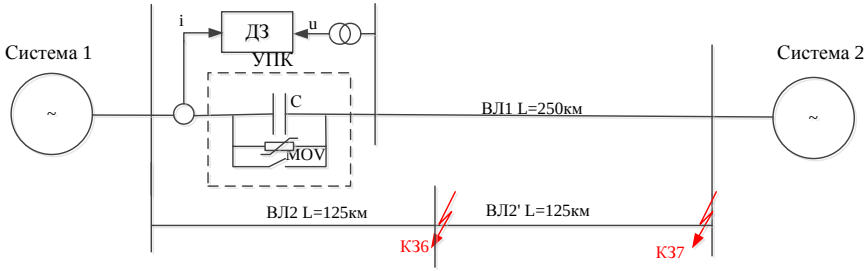


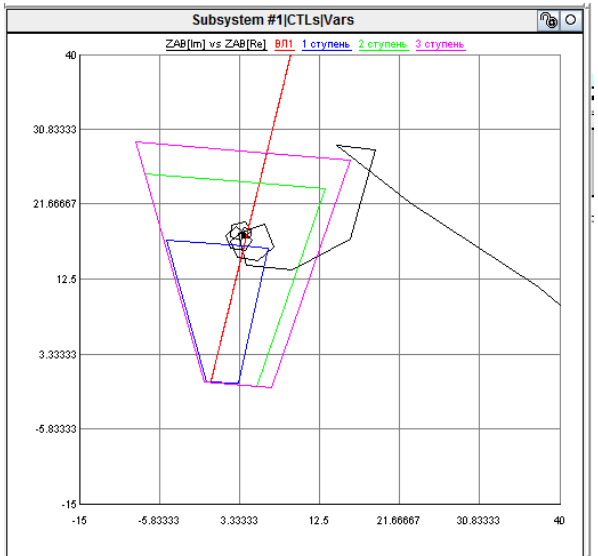
$КЗ_2$



$КЗ_3$



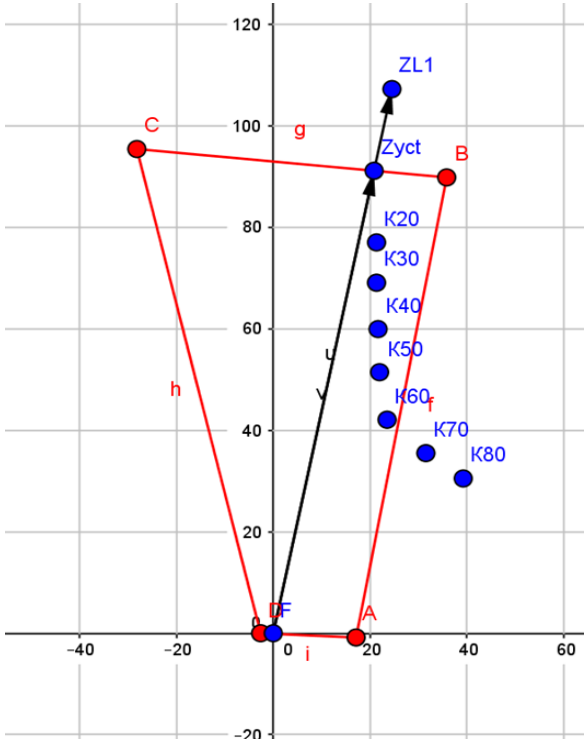




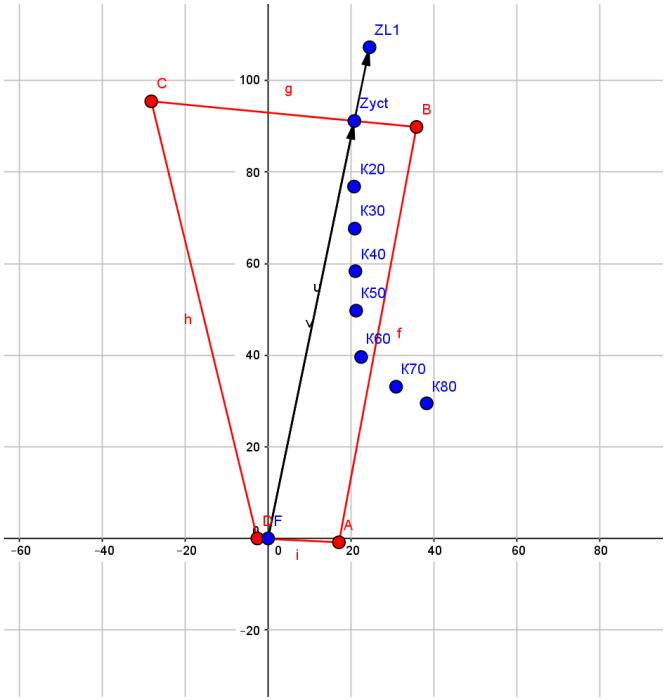
$КЗ_7$

Формирование характеристики защиты с учетом возможного влияния УПК на расчет сопротивления

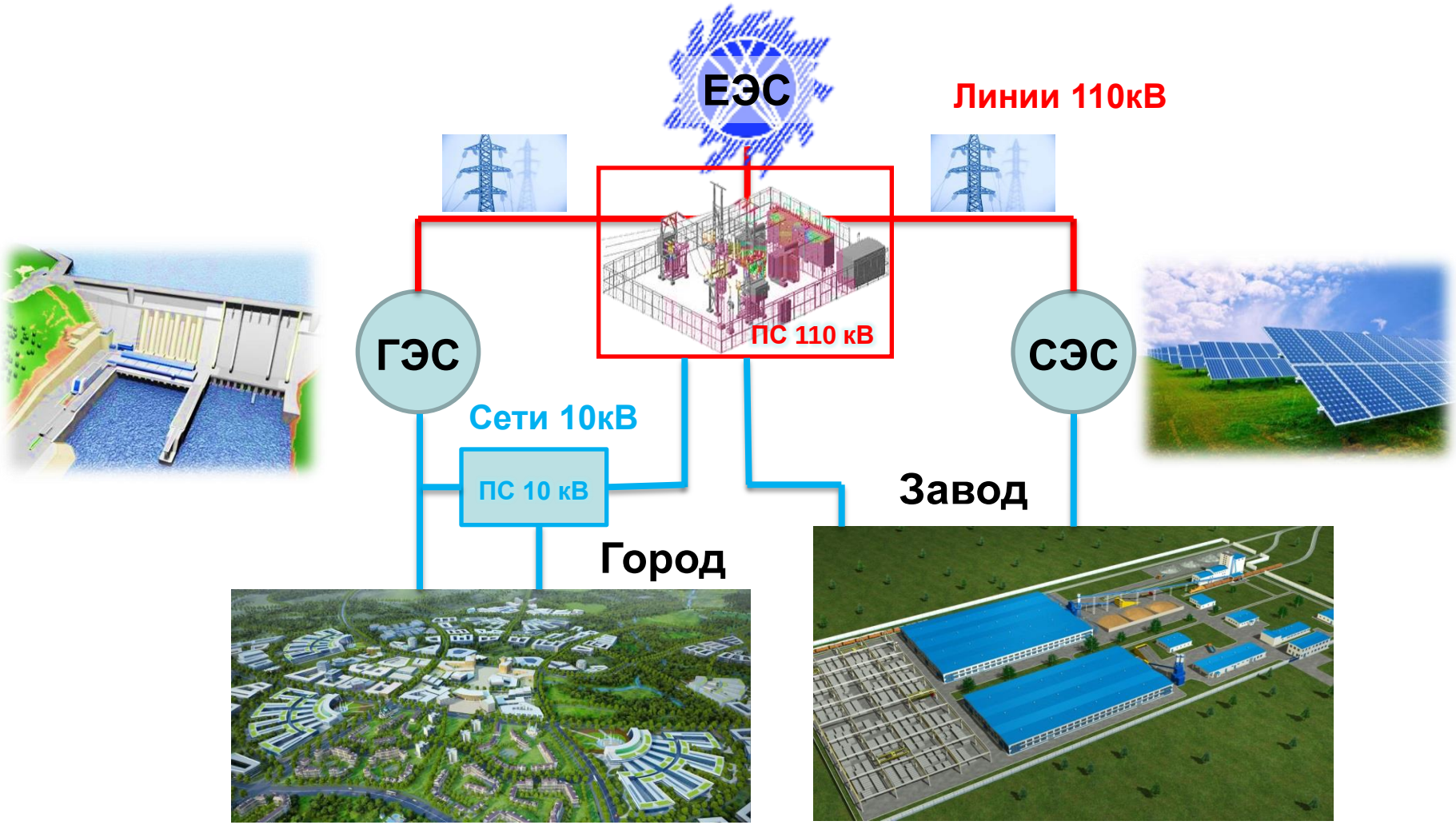
При КЗ в конце линии при установке УПК в начале линии



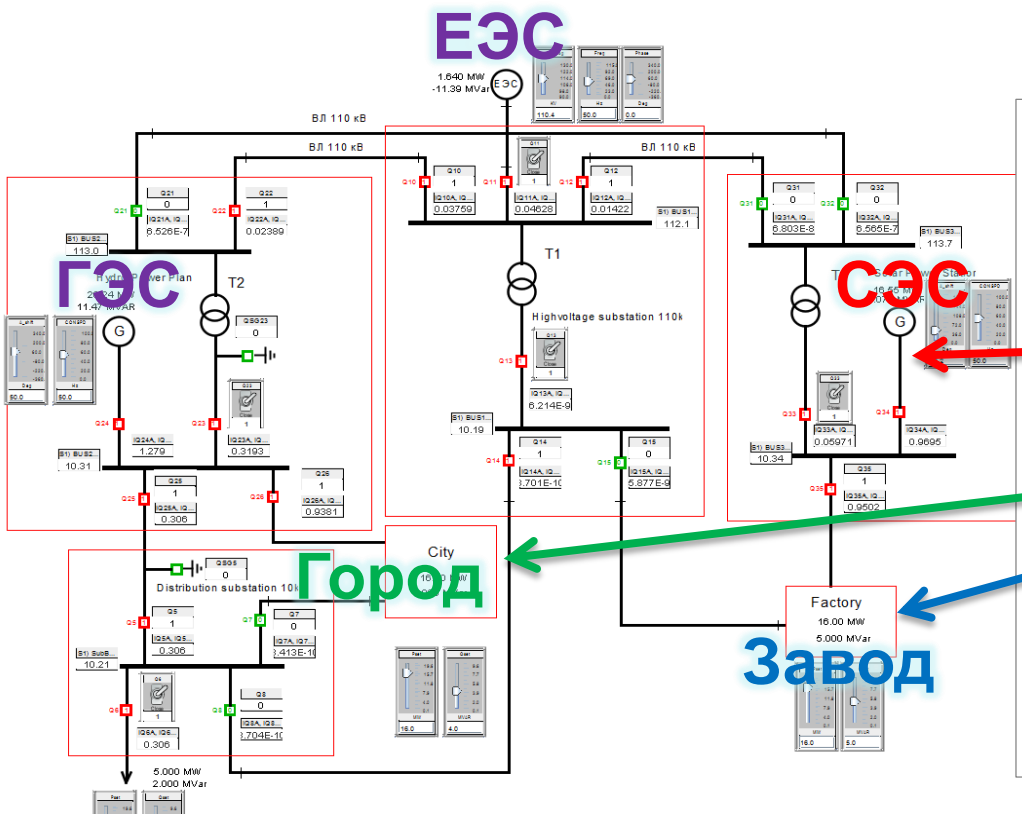
При КЗ в конце линии при установке УПК в конце линии

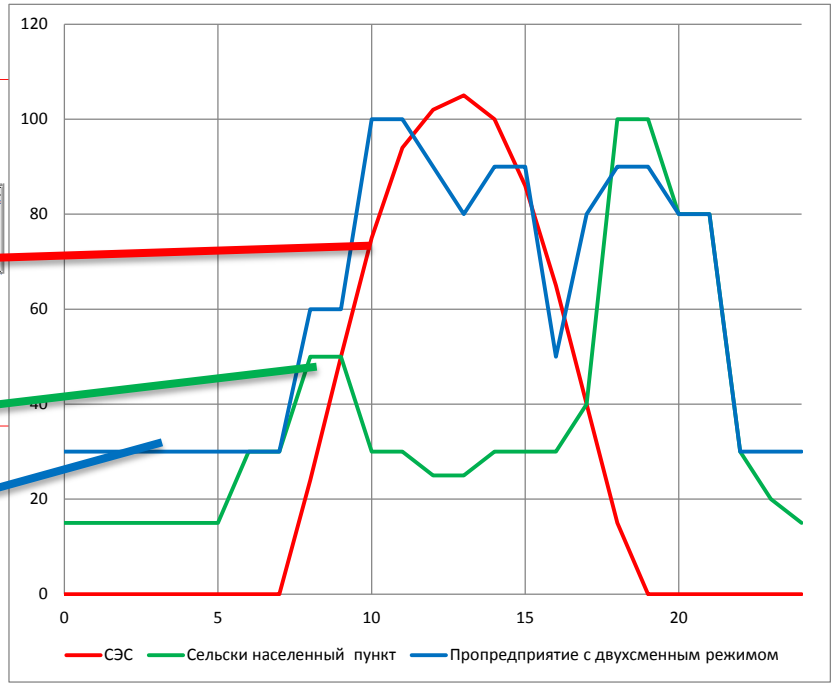


Разработка кибер-физической модели



Модель энергосистемы в RTDS





Генерация ЭЭ на СЭС и ее потребление городом и заводом определяются суточным файлом сценария, который может воспроизводиться с заданной скорость.

Наша киберфизическая модель

Состоит из 4 шкафов:

11 устройств РЗА,

3 контроллеров PLC,

2 серверов времени,

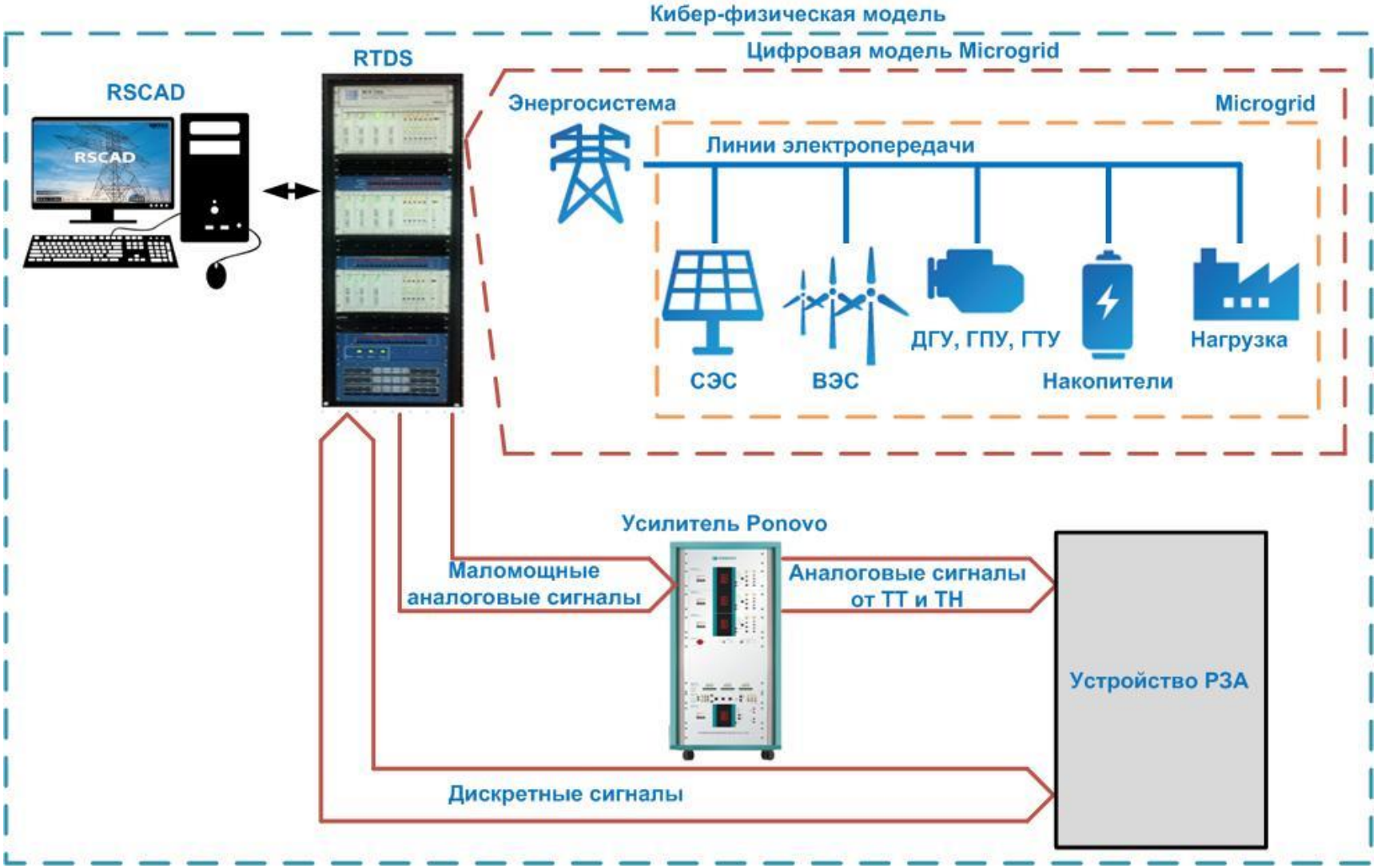
4 Ethernet коммутаторов,

2 маршрутизаторов,

2 измерительных преобразователей,

1 контроллера солнечной станции,

3 SCADA: 2 локальных + 1 РДУ.


Кибер-физическая модель
Цифровая модель Microgrid
RTDS
RSCAD
RSCAD
Энергосистема
Microgrid
Линии электропередачи
СЭС
ВЭС
ДГУ, ГПУ, ГТУ
Накопители
Нагрузка
Усилитель Ponovo
Маломощные аналоговые сигналы
Аналоговые сигналы от ТТ и ТН
Устройство РЗА
Дискретные сигналы

Спасибо за внимание!
Ваши вопросы?

Учебно-исследовательская лаборатория «Релейная защита, автоматика и управления системами электроснабжения»
к.т.н. Исаков Руслан Геннадьевич
Тел. моб.: +7-917-934-34-50
E-mail: ruslanisakov@yandex.ru
Сайт: http://rza-kai.ru/