



Научно-технический центр
Единой энергетической системы

Программно-вычислительный комплекс «АРУ РЗА»

Основные функциональные возможности комплекса



РАСЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- расчёт электрических параметров объектов сети при любых видах повреждений (КЗ, обрывы, замыкания фаз, сложные повреждения), включая множественные;
- расчёт сети неограниченного размера;
- коммутации объектов сети (с заземлением и без);
- автоматический учёт схем соединений обмоток трансформатора;
- расчёт сети с использованием моделей устройств FACTS (ВПТ, СТК, нелинейный элемент, источник тока);
- расчёт ударных токов КЗ и накопленного теплового импульса;
- функция расчёта производной схемы прямой последовательности при наличии несимметрии на сети;
- расчёт токов качаний;
- эквивалентирование сети;
- учёт нагрузочных напряжений в узлах (в доаварийном и аварийном режимах);



РАСЧЁТ УСТАВОК УСТРОЙСТВ РЗА

- полный спектр условий для расчёта уставок ступенчатых защит (токовых и дистанционных);
- расчёт уставок основных защит, с функцией автоматического выбора расчётного режима при вводе электрических величин и генерацией подробной пояснительной записки;
- проверка чувствительности ДЗ по уставке, по току точной работы, устройства блокировки при качаниях;
- проверка чувствительности токовых защит по уставке, реле мощности, реле напряжения;
- фонд РЗА для хранения и использования информации о защитах;
- анализ срабатывания выбранного набора защит сети путём пошагового расчёта состояния сети, с учётом коммутаций ступеней защит в каждом шаге;
- автоматизированный расчёт уставок;
- модуль определения минимального состава генерирующего оборудования по условиям функционирования РЗА;



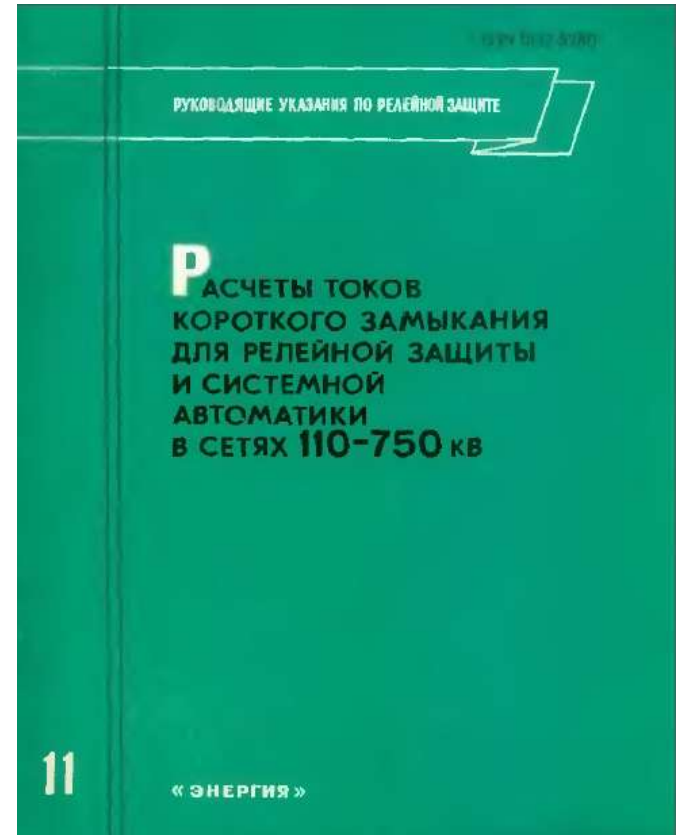
Графический интерфейс

Графический редактор

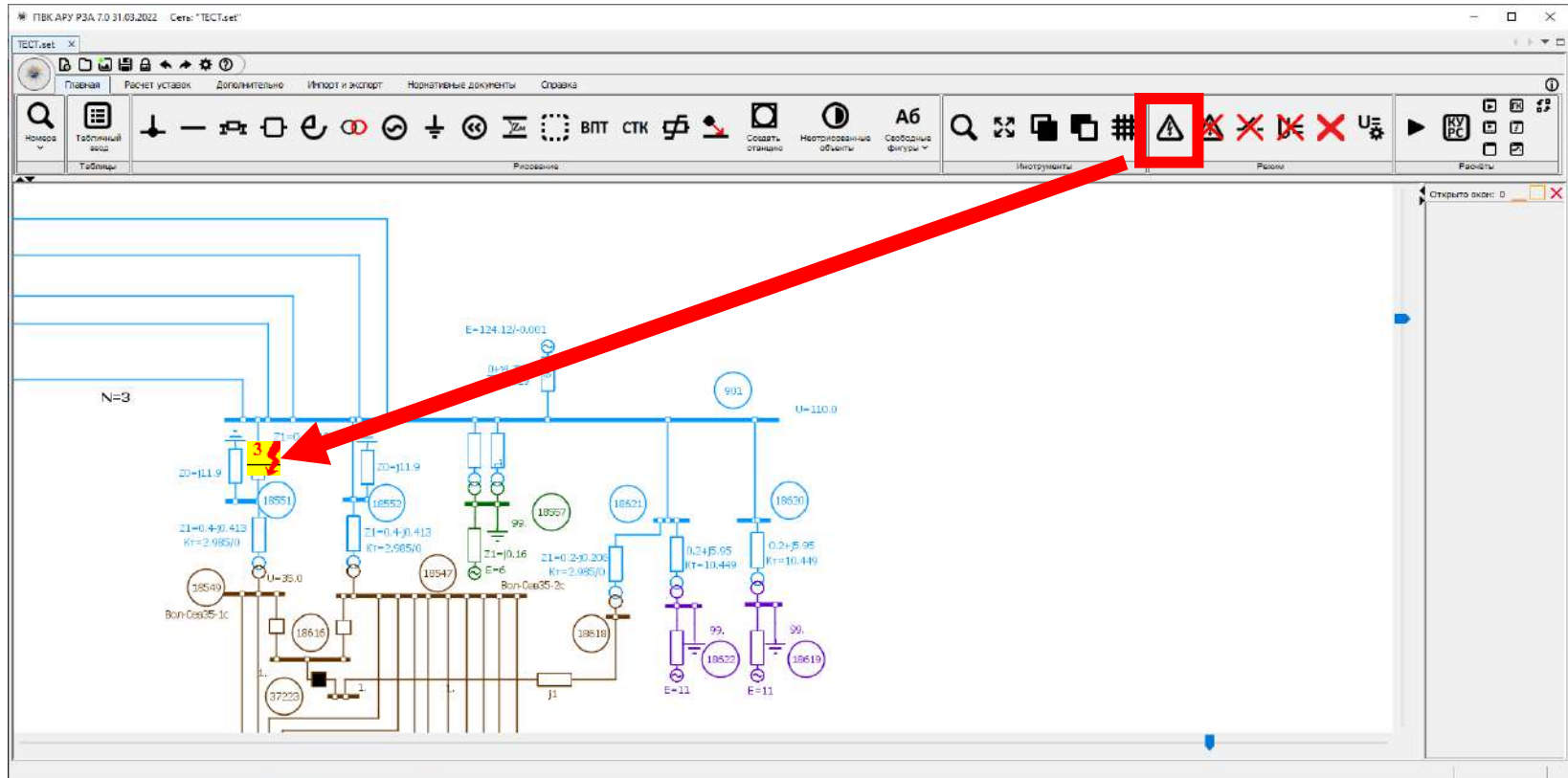
Контроль параметров

Диалоговые окна

Табличный ввод



Расчёт повреждения





Расчёт повреждения

Расчёт по выбору для сети "ТЕСТ.set"

Выбор объектов сети: Повреждения | Коммутации | Пар. протокола | К.У.Р.С.

Узлы:

- 0 Земля
- 75
- 76
- 900 ПСН15 3-ДИ-Ч
 - 900-0,99 Со стороны 900(ПСН15 3-ДИ-Ч)
 - 900-901 [3] 3 Со стороны 900(ПСН15 3-ДИ-Ч)
 - 900-922 1 Со стороны 900(ПСН15 3-ДИ-Ч)
 - 900-922,1 1 Со стороны 900(ПСН15 3-ДИ-Ч)
 - 900-930 [1(ЛИНИЯ)] 1 ЛИНИЯ Со стороны 900(ПСН15 3-ДИ-Ч)
 - 900-18562 [2] 2 Со стороны 900(ПСН15 3-ДИ-Ч)
- 901 ПСН16ВОЛ-СЕВ
- 922 ЛЕВАШОВСКАЯ N55
- 925 ПЕТРОГРАД-Я N165
- 926 ВЫБОРГСКАЯ N190

Сброс **Расчёт**

Параметры повреждения на ветви 901-18551

Место повреждения: 901-18551

Тип повреждения: Замыкание

Вид повреждения: Произвольное

Каскад: Без каскада

Принять | Отмена | Удалить

Топология:

Сопротивления:

AB	+j	
BC	+j	
CA	+j	
A0	+j	
B0	+j	
C0	+j	

Положение точки на линии: 0 | 100

Номер промежуточного узла: УП1

Параметры повреждения на ветви 18551-901

Место повреждения: 18551-901

Тип повреждения: Обрыв

Вид повреждения: Об1

Каскад: Без каскада

Переходное сопр. (R+X): 0.0 +j 0.0

>> Убрать замыкание слева | Убрать замыкание справа <<

Положение точки на линии: 0 | 100

Номер узла слева:

Номер узла справа:

Топология:

Сопротивления:

AB	+j	
BC	+j	
CA	+j	
A0	+j	
B0	+j	
C0	+j	



Вывод результатов расчёта

Выборочно

Протоколы расчётов для сети "ТЕСТ"

ПКВ АРУ РЗА Расчет сети "ТЕСТ"

Дата: 19 июня 2018 г. / Время: 12:30 UTC : -7

Расчёт

Повреждения

Место повреждения	Тип повреждения	Z1, Ом	Z2, Ом	Z0, Ом	U1, кВ	U2, кВ	3U0, кВ	I2, А	3I0, А	IA, А	IB, А	IC, А
901-18551 (0.00 %)	Замыкание ABC	0.033 +j2.120	0.033 +j2.120	0.000 -j0.000	0.00 / 0°	0.00 / 0°	0.00 / 0°	0 / 0°	0 / 0°	33 354 / 91°	33 354 / -29°	33 354 / -149°

Параметры узлов

Узел	U1, кВ	U2, кВ	3U0, кВ	UA, кВ	UB, кВ	UC, кВ
900(ПЧН15 З-ДИ-Ч)	11,28 / -11°	0,00 / 0°	0,00 / 0°	11,28 / -11°	11,28 / -131°	11,28 / 109°

Параметры ветвей

Ветвь	П, А	I2, А	3I0, А	IA, А	IB, А	IC, А	ZAB, Ом	ZBC, Ом	ZCA, Ом
900-901 [З]	7 519 / -101°	0 / 0°	0 / 0°	7 519 / -101°	7 519 / 139°	7 519 / 19°	0,000 +j1,500	0,000 +j1,500	0,000 +j1,500
900-922	2 / 79°	0 / 0°	0 / 0°	2 / 79°	2 / -41°	2 / -161°	4,963 -j7 444,606	4,963 -j7 444,606	4,963 -j7 444,606

Сохранить Очистить Закрыть Печать Автопрорисовка Автоочистка

- Протокол расчётов
- Сохранение результатов расчётов:
 - файл формата *.TXT;
 - файл формата *.DOCX;
 - файл формата *.XLS;
 - файл формата *.HTML;
- Печать протокола
- Выборочный вывод



Вывод результатов расчёта

ПКВ АРУ РЗА Расчет сети "ТЕСТ"

Дата: 19 июня 2018 г. / Время: 12:30 UTC : -7

Расчёт

Место повреждения	Тип повреждения	Z1, Ом	Z2, Ом	Z0, Ом	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	I1, А	I2, А	I3, А	IA, А	IB, А	IC, А
901-18551 (0,00%)	Замыкание ABC	0,033	0,033	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	33 354	33 354	11 114

Параметры узлов

Узел	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	UA, кВ	UB, кВ	UC, кВ
900/КЭС15 3-ДВ-Ч	11,28 / -11°	0,00 / 0°	0,00 / 0°	11,28 / -11°	11,28 / -109°	11,28 / 109°

Параметры ветвей

Ветвь	II, А	I1, А	I2, А	I3, А	IA, А	IB, А	IC, А	ZAB, Ом	ZBC, Ом	ZCA, Ом
900-901 [3]	7 519 / -101°	0 / 0°	0 / 0°	7 519 / -101°	7 519 / 139°	7 519 / 19°	0,000	-j1,500	0,000	-j1,500
900-922	2 / 79°	0 / 0°	0 / 0°	2 / 79°	2 / -41°	2 / -161°	4,963	4,963	4,963	-j7 444,606

ПКВ АРУ РЗА Расчет сети "ТЕСТ"

Дата: 19 июня 2018 г. / Время: 12:30 UTC : -7

Расчёт

Место повреждения	Тип повреждения	Z1, Ом	Z2, Ом	Z0, Ом	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	I1, А	I2, А	I3, А	IA, А	IB, А	IC, А
901-18551 (0,00%)	Замыкание ABC	0,033	0,033	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	33 354	33 354	11 114

Параметры узлов

Узел	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	UA, кВ	UB, кВ	UC, кВ
900/КЭС15 3-ДВ-Ч	11,28 / -11°	0,00 / 0°	0,00 / 0°	11,28 / -11°	11,28 / -109°	11,28 / 109°

Параметры ветвей

Ветвь	II, А	I1, А	I2, А	I3, А	IA, А	IB, А	IC, А	ZAB, Ом	ZBC, Ом	ZCA, Ом
900-901 [3]	7 519 / -101°	0 / 0°	0 / 0°	7 519 / -101°	7 519 / 139°	7 519 / 19°	0,000	-j1,500	0,000	-j1,500
900-922	2 / 79°	0 / 0°	0 / 0°	2 / 79°	2 / -41°	2 / -161°	4,963	4,963	4,963	-j7 444,606

ПКВ АРУ РЗА Расчет сети "ТЕСТ"

Дата: 19 июня 2018 г. / Время: 12:30 UTC : -7

Расчёт

Место повреждения	Тип повреждения	Z1, Ом	Z2, Ом	Z0, Ом	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	I1, А	I2, А	I3, А	IA, А	IB, А	IC, А
901-18551 (0,00%)	Замыкание ABC	0,033	0,033	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	33 354	33 354	11 114

Параметры узлов

Узел	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	UA, кВ	UB, кВ	UC, кВ
900/КЭС15 3-ДВ-Ч	11,28 / -11°	0,00 / 0°	0,00 / 0°	11,28 / -11°	11,28 / -109°	11,28 / 109°

Параметры ветвей

Ветвь	II, А	I1, А	I2, А	I3, А	IA, А	IB, А	IC, А	ZAB, Ом	ZBC, Ом	ZCA, Ом
900-901 [3]	7 519 / -101°	0 / 0°	0 / 0°	7 519 / -101°	7 519 / 139°	7 519 / 19°	0,000	-j1,500	0,000	-j1,500
900-922	2 / 79°	0 / 0°	0 / 0°	2 / 79°	2 / -41°	2 / -161°	4,963	4,963	4,963	-j7 444,606

ПКВ АРУ РЗА Расчет сети "ТЕСТ"

Дата: 19 июня 2018 г. / Время: 11:30 UTC : -7

Расчёт

Место повреждения	Тип повреждения	Z1, Ом	Z2, Ом	Z0, Ом	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	I1, А	I2, А	I3, А	IA, А	IB, А	IC, А
901-18551 (0,00%)	Замыкание ABC	0,333	0,033	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	33 354	33 354	11 114

Параметры узлов

Узел	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	UA, кВ	UB, кВ	UC, кВ
900/КЭС15 3-ДВ-Ч	11,28 / -11°	0,00 / 0°	0,00 / 0°	11,28 / -11°	11,28 / -109°	11,28 / 109°

Параметры ветвей

Ветвь	II, А	I1, А	I2, А	I3, А	IA, А	IB, А	IC, А	ZAB, Ом	ZBC, Ом	ZCA, Ом
900-901 [3]	7 519 / -101°	0 / 0°	0 / 0°	7 519 / -101°	7 519 / 139°	7 519 / 19°	0,000	-j1,500	0,000	-j1,500
900-922	2 / 79°	0 / 0°	0 / 0°	2 / 79°	2 / -41°	2 / -161°	4,963	4,963	4,963	-j7 444,606

List - Расчет

ПКВ АРУ РЗА Расчет сети "ТЕСТ"

Дата: 19 июня 2018 г. / Время: 12:30 UTC : -7

Расчёт

Место повреждения	Тип повреждения	Z1, Ом	Z2, Ом	Z0, Ом	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	I1, А	I2, А	I3, А	IA, А	IB, А	IC, А
901-18551 (0,00%)	Замыкание ABC	0,033	0,033	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	33 354	33 354	11 114

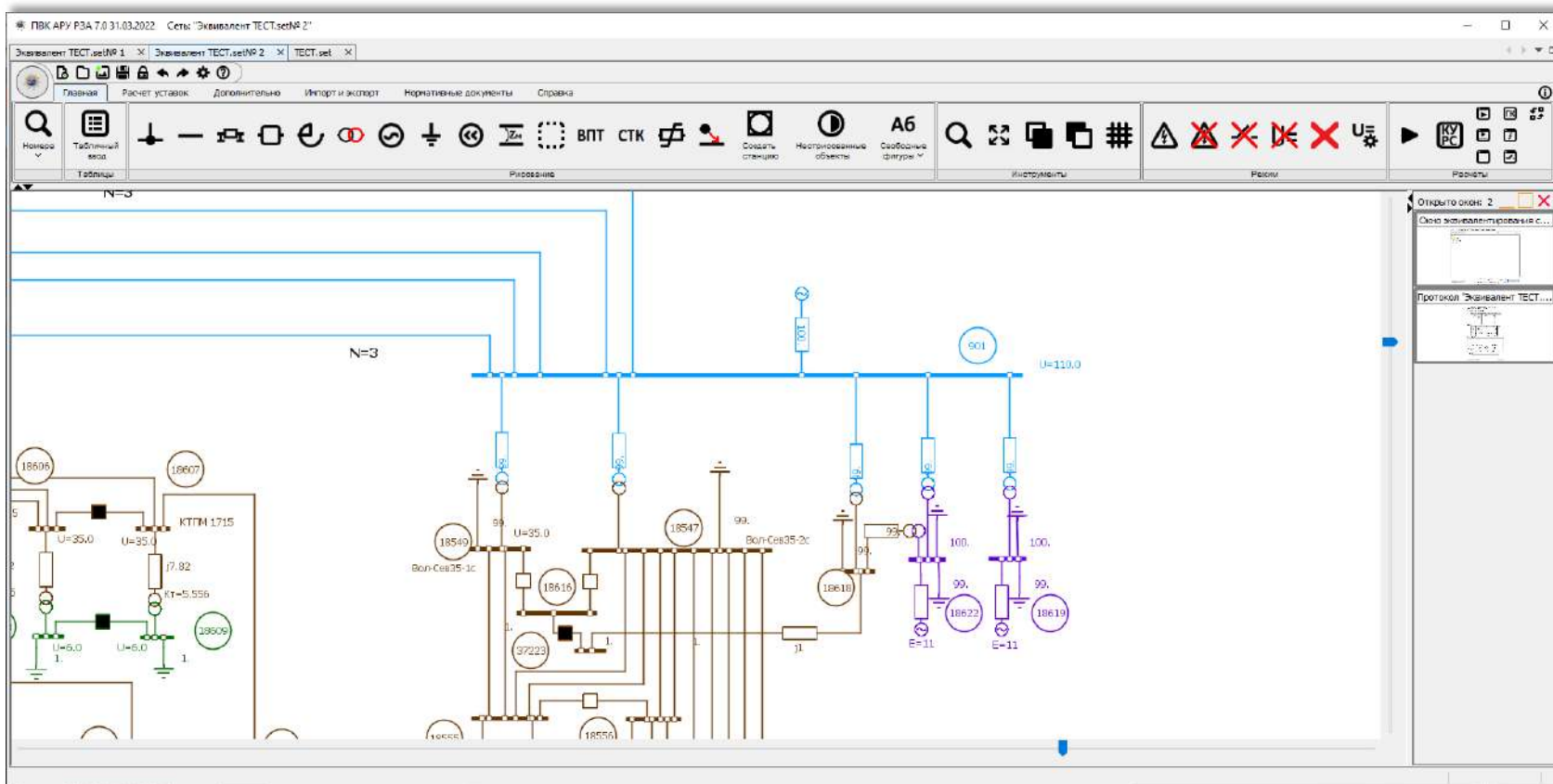
Параметры узлов

Узел	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	UA, кВ	UB, кВ	UC, кВ
900/КЭС15 3-ДВ-Ч	11,28 / -11°	0,00 / 0°	0,00 / 0°	11,28 / -11°	11,28 / -109°	11,28 / 109°

Параметры ветвей

Ветвь	II, А	I1, А	I2, А	I3, А	IA, А	IB, А	IC, А	ZAB, Ом	ZBC, Ом	ZCA, Ом
900-901 [3]	7 519 / -101°	0 / 0°	0 / 0°	7 519 / -101°	7 519 / 139°	7 519 / 19°	0,000	-j1,500	0,000	-j1,500
900-922	2 / 79°	0 / 0°	0 / 0°	2 / 79°	2 / -41°	2 / -161°	4,963	4,963	4,963	-j7 444,606

Блок эквивалентирования





Модуль К.У.Р.С.

К.У.Р.С.

интерпретируемый язык высокого уровня, имеющий свои правила составления файла команд, предназначенный для проведения расчётов, с использованием параметров объектов сети, результатов расчёта режимов сети. Команды языка повторяют функции, которые можно реализовать через пользовательский интерфейс программы, а также реализуют функции, доступные только с помощью данного модуля.

Возможности модуля:

- задание различных типов повреждений (включая множественные);
- задание режима сети (коммутации и нагрузки);
- изменение/добавление/удаление объектов сети;
- задание переменных / формул / циклов / условий;

Функциональные команды модуля:

- эквивалентирование сети;
- ТКЗ по месту повреждения, расчёт токов качаний, расчёт ПСПП
- специальные команды для расчёта уставок и проверки чувствительности устройств РЗ с относительной селективностью;



Модуль расчёта параметров ВЛ/КЛ

Дополнительные модули

Предназначен для автоматизированного расчёта параметров схемы замещения воздушных и кабельных линий. Модуль позволяет учитывать факторы, влияющие на параметры активного сопротивления, индуктивности и ёмкости линии электропередач.

Возможности:

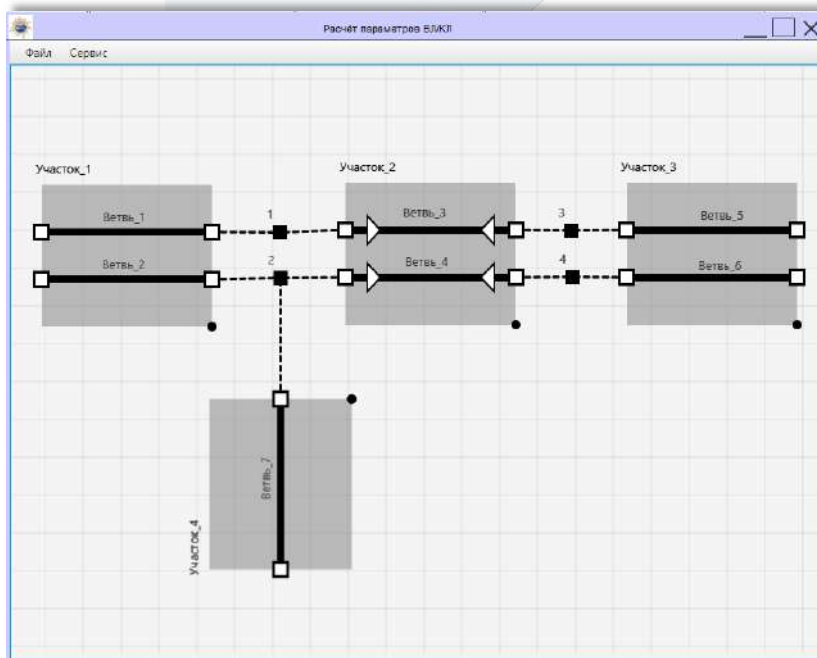
- расчёт индуктивных групп большого порядка;
- ввод исходных данных путём выбора из базы паспортных параметров;
- экспорт результатов в модель сети.

Перечень физических явлений, влияющих на параметры, которые можно учесть в моделировании:

- взаимоиנדукция;
- скин-эффект (поверхностный эффект);
- нагрев проводов под действием окружающей среды.



Структура данных. Интерфейс



Ветвь	Номер	гор. смещ. (м.)	верт. смещ. (м.)	Угол
Ветвь_1	1	0.0	0.0	0
Ветвь_2	2	22.2	0.0	0

Ветвь: X смещение: Y смещение: Угол:

длина участка, км: сопротивление грунта Ом*м

температура среды, °C: эквивалентная глубина расположения обратного провода в земле, м

имя: учитывать скин-эффект



Расчёт параметров воздушных линий

База паспортных параметров оборудования

Трансформатор Автог/трансб. - трансформаторы Генератор Реактор Кабель Провод Грозотрос Изолятор Опора

Тип: часть строки

полное соответствие

Уном, кВ: От [] До []

Тип	Уном, кВ
ПБ150-1	150.0
ПБ150-2	150.0
П150-1	150.0
П150-2	150.0
ПОГ-1150	1150.0
ПБ220-1	220.0
ПБ220-3	220.0
ПСБ220-1	220.0
ПУСБ220-1	220.0
ПБ220-4	220.0
УБ220-1	220.0
УБ220-3	220.0
УСБ220-1	220.0
П220-1	220.0
ПС220-1	220.0
П220-3	220.0
ПС220-3	220.0
П220-2	220.0

Фазы: Добавить Удалить Очистить

Фаза	N	X, м	Y, м
A	1	-2.5	13.5
B	1	-4.0	17.5

Грозотросы: Добавить Удалить Очистить

Фаза	N	X, м	Y, м
T	1	0.0	24.5

Принять Отмена

Параметры воздушной линии

Ветвь_1 Ветвь_2

Опора: Из базы (Выбрать из базы) Или ветви: Ветвь_1 (Удалить ветвь)

Тип опоры: Провисающая

Тип опоры: ПБ150-2 Число фаз: 6 Число ГТ: 1

Провода: для цепи параметры одинаковые

провод	марка	изолятор	N из.	X, м	Y, м	Уном, м
A-1	АС-70/11*	ПМ-12	10	-2.5	13.5	13.5
B-1	АС-70/11*	ПМ-12	10	-4.0	17.5	17.5
C-1	АС-70/11*	ПМ-12	10	-2.5	21.5	21.5
A-2	АС-95/16*	ПС-11	8	2.5	13.5	13.5
B-2	АС-95/16*	ПС-11	8	4.0	17.5	17.5
C-2	АС-95/16*	ПС-11	8	2.5	21.5	21.5
T-1	АС-50/6*			0.0	24.5	24.5

фазные провода: Добавить из базы

марка	Диаметр, мм	T/D	Руд. Ом/км	μ/μ0	N в фазе	α, мм	n*10-6
АС-70/11	10,0483	0,3113	0,422	1	1	1	16,8
АС-95/16	11,9043	0,311	0,301	1	1	1	16,8

грозотросы: Добавить из базы

марка	Диаметр, мм	T/D	Руд. Ом/км	μ/μ0	заземление	n*10-6
АС-50/6	8,6621	0,311	0,595	1	с двух сторон	16,8

Перейти к участку Расчет



Дополнительные модули Модуль расчёта параметров ВЛ/КЛ

Расчёт параметров кабельных линий

База паспортных параметров оборудования

Трансформатор Авто/гидром. трансформаторы Генератор Реактор **Кабель** Провод Грозотрос Изолятор Опора

Тип: кабель

Управление: Добавить, Дублировать, Удалить, Очистить базу, Обновить, Разблокировать

Тип	Производитель	Уклон, кВ, Ом	Тип изоляции	Исполнение	Сек, мм2	Мат.жилы	Влож.
Пепу2г-1х1200/185-110	Москабель	110.0	СПЭ	1	1200.0	Си	0.015
Апепу2г-1х1200/185-110	Севкабель	110.0	СПЭ	1	1200.0	Ал	0.024
ПевВнг-1х1200/185-110	Москабель	110.0	СПЭ	1	1200.0	Си	0.015
Апепу2г-1х1200/185-110	Москабель	110.0	СПЭ	1	1200.0	Ал	0.024
FXLJ-1х1400/185-220	ABB	220.0	СПЭ	1	1400.0	Си	0.0125
FXLJ-1х1600/185-220	ABB	220.0	СПЭ	1	1600.0	Си	0.011
FXLJ-1х2000/185-220	ABB	220.0	СПЭ	1	2000.0	Си	0.009
FXLJ-1х2500/185-220	ABB	220.0	СПЭ	1	2500.0	Си	0.007
FXLJ-1х3000/185-220	ABB	220.0	СПЭ	1	3000.0	Си	0.006
МВДТ 1х300		220.0	напряпополн...	1	300.0	Си	0.060
МВДТ 1х400		220.0	напряпополн...	1	400.0	Си	0.044
МВДТ 1х500		220.0	напряпополн...	1	500.0	Си	0.035
МВДТ 1х550		220.0	напряпополн...	1	550.0	Си	0.032
МВДТ 1х625		220.0	напряпополн...	1	625.0	Си	0.028
МВДТ 1х700		220.0	напряпополн...	1	700.0	Си	0.025
МВДТк 1х300		220.0	напряпополн...	1	300.0	Си	0.060
МВДТк 1х400		220.0	напряпополн...	1	400.0	Си	0.044

Сбросить Поиск

Принять Отмена

Параметры кабельной линии

Имя ветви: Ветвь_4

номер фазы	X, мм	Y, мм
A	-50	86.6
B	75.0	-43.3
C	-75.0	-43.3

Задание относительно других проводов

тип: треугольник

даль, мм: 1500, 1500, 1500

Принять

Тип кабеля: Выберите из базы

Жила: ПевВнг-1х1200/185-110

Сек, мм2: 185.0, R1, мм: 8.00

Изоляция: Москабель

Уклон, кВ: 110.0

Экран: нет

Добр, мм: 60.0

R2, мм: 25.29, R3, мм: 28.79

Темпер, °C: 20

зачистка жилы: с двух сторон

Принять и закрыть

Параметры группы экранированных

Ветвь	Номер	гор. смещ. (мм.)	верт. смещ. (мм.)	Угол
Ветвь_4	1	0.0	0.0	0
Ветвь_5	2	0.0	300.0	0

длина участка, м: 1.85

сопротивление группы Ом/м: 154

эквивалентная глубина расположения обратного провода в земле, м

Участок_2

Расчёт



Расчёт параметров трансформаторов, автотрансформаторов, реакторов

Дополнительные модули

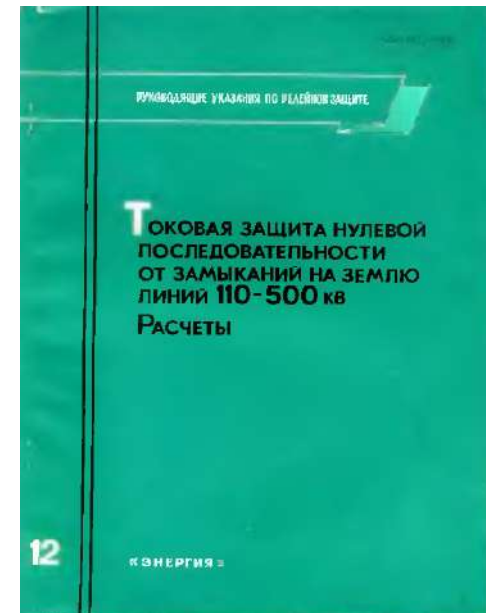
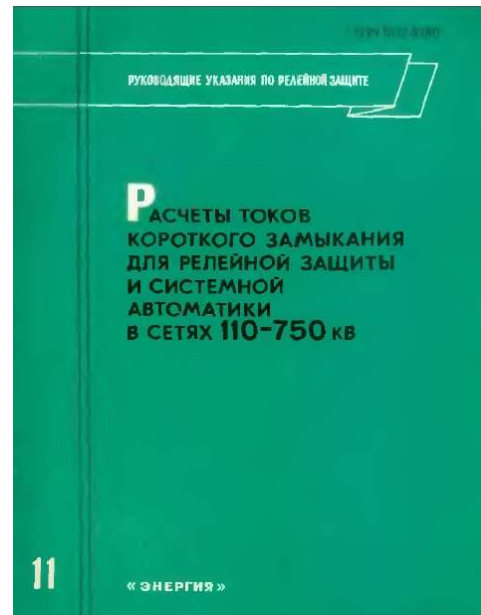
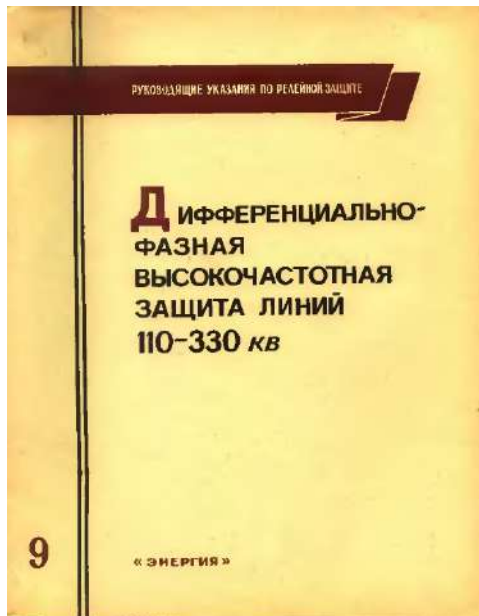
Предназначен для расчёта параметров схем замещения трансформаторов, автотрансформаторов и реакторов различной конфигурации по паспортным параметрам оборудования.

Возможности:

- изменение стандартной конфигурации оборудования;
- построение схемы замещения для сложных конфигураций
- ввод исходных данных путём выбора из базы паспортных параметров;
- выбор стороны приведения параметров;
- экспорт результатов расчёта;



Каталог силового оборудования. Библиотека нормативных документов.





Определение места повреждения

Модуль ОМП предназначен для определения места повреждения в электрической сети на основе электрических величин (напряжение и ток прямой, обратной и нулевой последовательностей, фазные замеры), полученных с помощью фиксирующих приборов (ФИП) или любым другим способом.

Особенности:

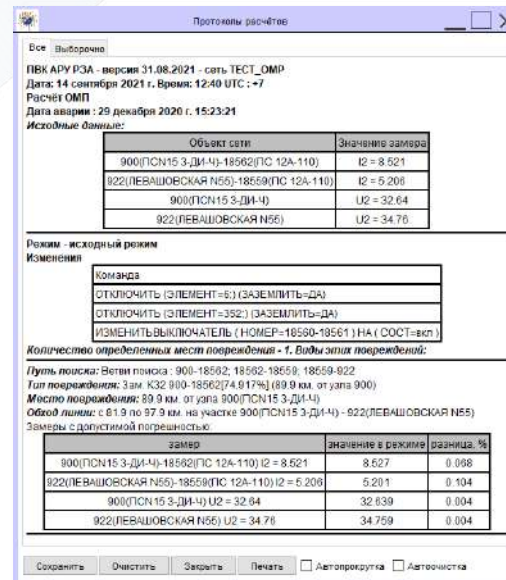
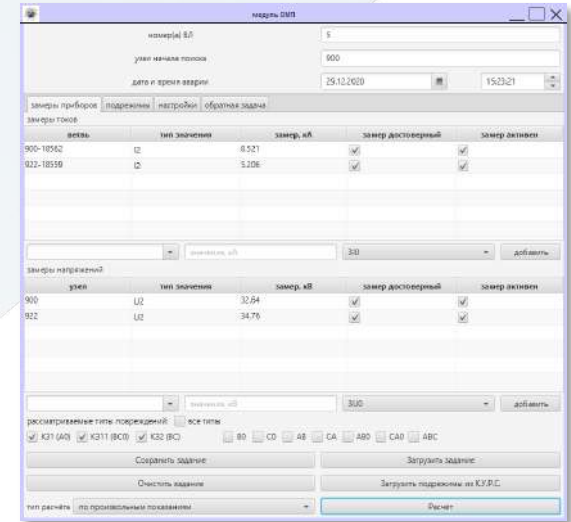
- высокая скорость и точность расчёта;
- в качестве показаний фиксирующих приборов могут быть заданы любые виды замеров;
- элемент поиска может быть сложной конфигурации с различными вариантами ветвления. Анализируются все возможные пути расчёта;
- модуль самостоятельно определяет ошибочные данные замеров;
- число мест установки фиксирующих приборов не ограничено. Места установки приборов также могут быть заданы произвольно.



Модуль определения места повреждения (ОМП)

Возможности модуля

- просмотр всех видов КЗ;
- подбор переходного сопротивления;
- определение ошибочных замеров;
- определение вероятности места повреждения;
- возможность расчёта по фазным замерам;
- возможность расчёта в нескольких подрежимах;
- вывод наиболее вероятного и всех потенциально возможных мест повреждения;
- решение обратной задачи.





Модуль определения места повреждения для диспетчерского персонала

В рамках ПВК АРУ РЗА разработан модуль определения места повреждения на ЛЭП для диспетчерского персонала, поскольку решаемые диспетчерским персоналом ДЦ задачи отличаются от задач персонала СРЗА ДЦ.

- Позволяет производить определение места повреждения как на линиях без отпайек, так и на линиях с отпайками по ФИП;
- Исходной информацией для решения задачи ОМП являются значения величин тока и напряжения нулевой последовательности ($3I_0$ и $3U_0$) или обратной последовательности (I_2 и U_2), полученных от ФИП, и схема транзита на момент повреждения;
- Возможность использования показаний ФИП, установленных и на других элементах электрической сети (дополнительные замеры);
- Возможность задания замеров как с нескольких сторон линии, так и с одной стороны (односторонний замер).



Модуль определения места повреждения (ОМП) для диспетчерского персонала

Основные особенности модуля ОМП для диспетчерского персонала

- Приспособлен под нужды диспетчерского персонала;
- Добавлена визуализация полученных результатов расчётов;
- В рамках модуля реализован новый графический редактор, приспособленный под нужды диспетчерского персонала;
- Имеется возможность запуска модуля отдельно, без запуска основного функционала ПВК.

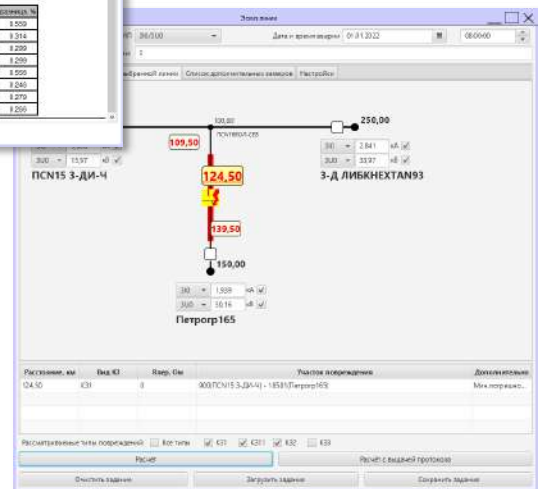
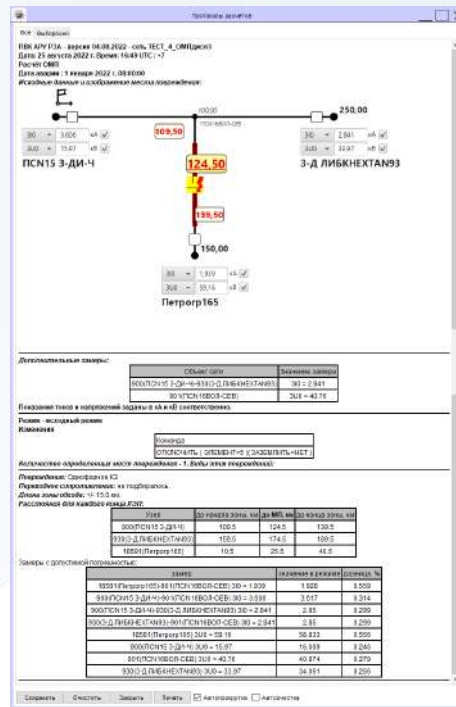




Схема замещения сети и задание коммутационного состояния оборудования

- В модуле ОМП для диспетчерского персонала используется схема замещения сети в формате ПВК «АРУ РЗА». За подготовку схемы замещения сети и её графического изображения отвечает СРЗА ДЦ;
- Выбор схемы замещения сети и её графического изображения осуществляется через соответствующие пункты меню;
- Модуль обеспечивает возможность задания коммутационного состояния оборудования, формирующего режим для расчета аварийных величин токов и напряжений при КЗ на выбранной ЛЭП. Набор коммутационных состояний оборудования прилегающей к ЛЭП сети формирует СРЗА ДЦ;
- Для каждой ЛЭП может быть сформирован собственный список коммутируемых элементов сети. Оборудование, примыкающее к концам рассматриваемой ЛЭП (смежные ЛЭП, автотрансформаторы, трансформаторы, генерирующее оборудование и др.) помещаются в КС автоматически;
- СРЗА ДЦ при подготовке сетевых данных для модуля ОМП и на основе анализа, дополняет автоматически сформированный КС элементами, влияющими на расчет рассматриваемой ЛЭП;
- В КС обеспечена возможность отмены коммутаций как поэлементно, так сразу всех ранее заданных коммутаций (например, оставшихся от ранее проведенного расчета).



Схема замещения сети и задание коммутационного состояния оборудования

Коммутации сети ТЕСТ_4_ОМПдис3.aru

Список коммутируемых элементов

номер	наименование	состояние
1	ВЛ 1	отключен
5	ВЛ 5	откл. со стороны 900(ПСН15 3-ДИ-Ч);
4	ВЛ 4	
2	ВЛ 2	

Заданные коммутации в сети

- Элемент 1(ВЛ 1) отключен
- Элемент 5(ВЛ 5) отключен со стороны узла 900(ПСН15 3-ДИ-Ч)

ОТКЛЮЧИТЬ (ЭЛЕМЕНТ=1)(ЗАЗЕМЛИТЬ=НЕТ)

ОТКЛЮЧИТЬ (ВЕТВИ=*900-922, 1;) (ЗАЗЕМЛИТЬ=НЕТ)

Сохранить Печать Закрыть



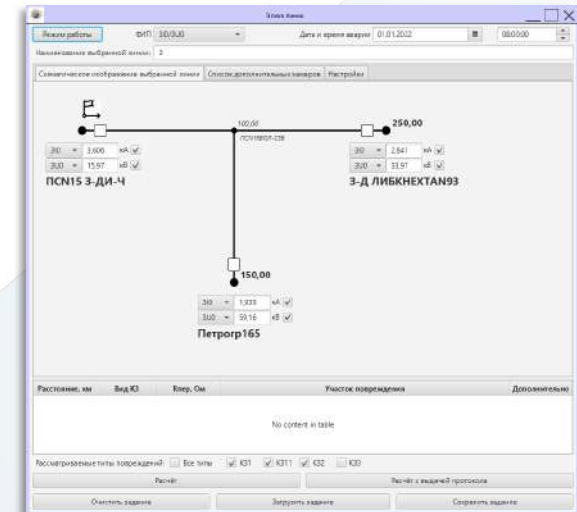
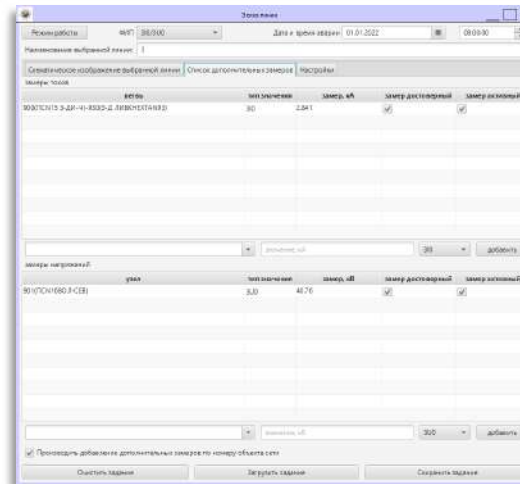
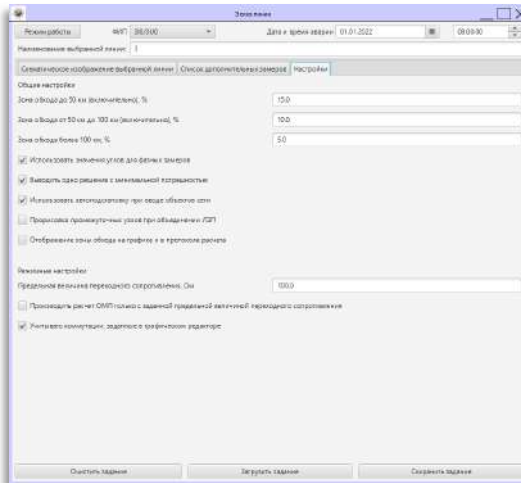
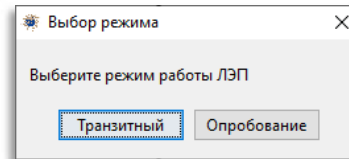
Задание режима работы ЛЭП и показаний ФИП

- В программе предусмотрена возможность выбора режима работы ЛЭП, при котором произошло повреждение: транзитный (обычное многостороннее ОМП) или опробование (ОМП по одностороннему замеру). Режим опробования формируется путем выбора узла энергообъекта, со стороны которого осуществляется включение выключателя (опробование) ЛЭП.
- Доступна возможность задать показания ФИП – токов и напряжений нулевой последовательности ($3I_0$ и $3U_0$) или токов и напряжений обратной последовательности (I_2 и U_2). Реализована возможность смены показаний нулевой последовательности на показания обратной последовательности и обратно через меню, а также возможность с помощью меню исключить из расчета или учесть при расчете любое из показаний.
- Доступна возможность задания используемых в расчете как показаний для рассматриваемой ЛЭП («свои замеры»), так и показаний на смежных ЛЭП — «дополнительные замеры».
- Доступна возможность задания переходного сопротивления при КЗ, для определения зоны обхода, для нахождения места аварии. Переходное сопротивление также программно (автоматически) подбирается при проведении расчета и оценки достоверности введенных показаний ФИП.
- Доступна возможность ввести и зафиксировать дату и время повреждения ЛЭП для отображения этой информации в протоколе расчета.



Модуль определения места повреждения (ОМП) для диспетчерского персонала

Задание режима работы ЛЭП и показаний ФИП





Запуск расчета и результаты расчета

- Работа с модулем сводится к следующему алгоритму:
 1. пользователь выбирает ЛЭП для расчета ОМП;
 2. отмечает подстанцию/электростанцию, от которой будет начинаться отсчет расстояния до места повреждения;
 3. настраивает режим работы сети и вводит показания ФИП;
 4. получает информацию о расчётном МП и протокол расчета.
- По окончании расчета на экране отображается графическая информация о расчетном МП и появляется протокол расчета. Доступна возможность расчёта без выдачи протокола.
- В графическом представлении найденное расчетное МП отмечено знаком КЗ и выделено цветом, а также указываются:
 - вид короткого замыкания;
 - расстояние в км от узла подстанции/электростанции, выбранного узлом начала отсчета расстояния, до расчетного МП;
 - расстояние в км до начала и конца зоны обхода для нахождения места аварии;
- Модуль ОМП позволяет автоматически оценить достоверность введенных показаний ФИП.
- Доступна возможность изменения узла начала отсчёта и отображения расстояния до МП от любого узла.

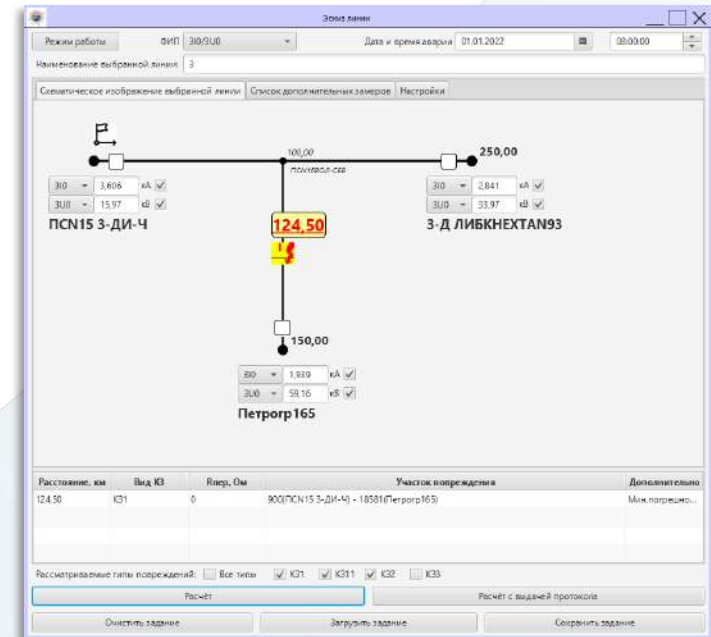
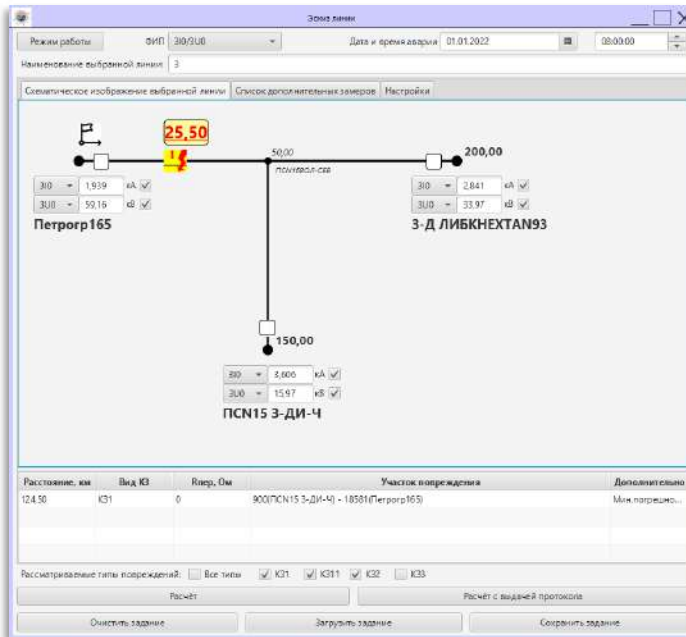


Модуль определения места повреждения (ОМП) для диспетчерского персонала

Запуск расчета и результаты расчета

Показать расстояние от данного узла до расчетного МП

Сменить узел начала отсчета для нового расчета





Защиты с абсолютной селективностью

Позволяют производить расчёты уставок срабатывания по методикам от производителя. Значения уставок сохраняются в фонд устройств РЗ с последующим использованием в других модулях.

Основные возможности:

- Реализованы модули, позволяющие рассчитывать уставки защит, основанных на дифференциальном принципе (ДЗШ (ABB, ЭКРА, Siemens, РНТ, ДЗТ), ДФЗ (ЭКРА, Micom, эл-мех), ДЗЛ (ABB, ЭКРА, Micom, GE, Siemens, эл-мех), НВЧЗ (ЭКРА, эл-мех). Всего 16 модулей;
- Модули расчёта имеют привязку к модулю К.У.Р.С., для учёта подрежимов, с автоматическим формированием файла приказов, и выбором требуемого расчётного режима;
- Модули автоматически формируют пояснительную записку;
- Реализован свободный переход между расчётными шагами;
- Сохранение и загрузка задания на расчёт;
- Фонд устройств основных защит (20 моделей защит по умолчанию + пользовательский конструктор защиты);
- Модуль определения минимального состава генерирующего оборудования.



Защиты с абсолютной селективностью:

- Модуль расчета уставок терминалов РЗА представляет собой пошаговый расчет с постепенным вводом исходных данных, возможностью финального редактирования полученных результатов и автоматическим формированием сопроводительной записки для проектной документации.
- Расчётный шаг представляет собой окно с отображением:
 - выпадающего списка шагов для использования функции свободного перехода;
 - панели исходных данных;
 - рабочего окна, отображающего расчётные формулы с результатами расчёта величин;
 - поля ввода комментария к шагу;
 - панели элементов управления.
- Помимо перемещения по шагам согласно последовательной логике, пользователю доступна функция свободного перехода между шагами. Данная функция может быть полезна, если нет необходимости производить полный расчёт параметров срабатывания, а, например, необходимо только произвести проверку чувствительности уставок.
- В модулях доступно сохранение расчёта в отдельный файл в формате *.xml, при повторном открытии модуля можно загрузить задание на первом расчётном шаге для того, чтобы продолжить расчёт с места сохранения.
- На первом шаге в модулях пользователю доступно редактирование диапазонов уставок и некоторых используемых в расчёте величин, что даёт независимость от версии терминала
- Реализована возможность сохранения рассчитанных уставок в фонд защит



Пошаговый процесс расчёта уставок

ИСХОДНЫЕ
ДААННЫЕ

Расчёт дифференциальной защиты шин

Свободный переход: Выбор уставки тока начала торможения и уставки начального тока срабатывания...

Котс: 1.2 Принять
I_{раб.макс}: 1000 Принять
К_{тт}: 200
I_{баз.}: 5

Котс: 1.5 Принять
Кодн: 1 Принять
Клер: 1.3 Принять
ε_{тт}: 0.1 Принять
Δf_{птт}: 0 Принять
Δf_{выр}: 0.02 Принять

Уставка тока начала торможения
Диапазон уставок от 1.00 до 2.00 с шагом 0.01
Принять уставку начала торможения I_{т.0}: 1 Принять

Уставка начального тока срабатывания
 Использовать условие
$$I_{д.0} \geq \frac{K_{отс} * I_{раб.макс}}{K_{тт} * I_{баз}}$$
 1.2

Использовать условие
$$I_{д.0} \geq K_{отс} * I_{нб.торм.расч}$$
 0.23

$$I_{нб.торм.расч} = (K_{оди} * K_{пер} * \epsilon_{тт} + \Delta f_{птт} + \Delta f_{выр}) * I_{т.0}$$
 0.15

Расчётная уставка I_{д.0}: 1.2

Диапазон уставок от 0.4 до 3 с шагом 0.1
Принять уставку начального тока срабатывания I_{д.0}: 1.2 Принять

Комментарии к расчётному шагу

протокол сохранить назад далее закрыть

НАВИГАЦИЯ

ПАНЕЛЬ
РАСЧЁТОВ

ЭЛЕМЕНТЫ
УПРАВЛЕНИЯ



Взаимодействие с модулем К.У.Р.С.

The screenshot displays the software interface for calculating differential protection settings. It features several overlapping windows:

- Расчёт уставок дифференциальной защиты шин:** The main calculation window with various input fields and checkboxes.
- Р.С. для сети "ТЕСТ.сет":** A window showing the results of the calculation, including bus numbers and protection status (e.g., "ЗАВЕШИТЬ=НЕТ").
- Панель расчёта:** A panel with a table of calculated settings for bus 901 (10CN16VOL CEB).

Панель расчёта: Таблица 1 - Параметры трансформатора тока, установленные в качестве опорных данных

Узел	Ветро	Т. измерения	А	доказат.	А	У. вет.
901 (10CN16VOL CEB)	901-930 (C)	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	901-18557	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	901-18557.1	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	901-18603	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	900-901 (C)	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	901-0,99,9	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	901-18552	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	901-18581 (C)	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	901-18620	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	901-927	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	901-18581.2	1000	5	5.0		5.0
901 (10CN16VOL CEB)	901-18551	1000	5	5.0		5.0

Важный ток:
В качестве базисного тока применяется значение опорного тока опорной шины 901-18581 (C)



Защиты с относительной селективностью

- В модуле К.У.Р.С реализованы специальные команды для расчёта уставок токовых защит с относительной селективностью (МТЗ, ТЗНП, ТЗОП) и дистанционных защит (защиты на эл-мех и микроэл. базе; ЭКРА; Сириус, Micom; Siemens; ABB; Сириус; Релематика универсальная ДЗ);
- Использование пуска по напряжению для МТЗ и ТЗОП;
- Использование реле направления мощности разных типов для токовых защит;
- Графический интерфейс для выбора уставок дистанционных защит, с возможностью графического расчёта;
- База уставок устройств РЗ, с сохранением в файл формата *.faru;
- Модуль анализа срабатывания резервных защит с отображением состояния в каждый момент времени, возможностью задания отказа срабатывания (МАС)
- Модуль автоматизированного расчёта уставок (АРУ);
- Модуль определения минимального состава генерирующего оборудования (МСГО).



Команды модуля К.У.Р.С. для расчёта уставок РЗ

▪ Отстройка:

- **Обобщённая** - Обобщённое условие отстройки. Команда производит расчёт уставки защиты по условию отстройки. Режим формируется отдельными командами.
- **КЗ** - Команда производит выбор параметров срабатывания защиты по условию отстройки при КЗ в узле или на ветви.
- **ТНБ** - Команда производит выбор параметров срабатывания защиты по условию отстройки при КЗ в узле или на ветви. Команда осуществляет замер максимального из фазных токов в месте установки защиты и выводит результат с учётом заданного коэффициента небаланса.
- **Неполнофазного режима** - Команда производит выбор параметров срабатывания защиты по условию отстройки от неполнофазного режима. Результатом выполнения команды является уставка защиты заданной панели защит. Неполнофазный режим задается с помощью обрыва на ветви.
- **Нагрузки (напр)** - Команда производит установку нагрузочного режима в узлах и выбор уставки защиты в данном режиме.
- **Нагрузки (ток)** - Команда производит расчёт уставки защиты по условию отстройки от максимального нагрузочного тока. Максимальный нагрузочный ток может задаваться как напрямую через значение тока, так и с использованием мощностей и минимального напряжения.
- **Чувствительность** - Команда производит расчёт уставки защиты по условию отстройки от КЗ в указанной точке (в узле или в промежуточной точке ветви), с указанием необходимого коэффициента чувствительности. Режим формируется отдельными командами, по аналогии с командой обобщённой отстройки.



Команды модуля К.У.Р.С. для расчёта уставок РЗ

▪ **Согласование защит:**

Данная команда производит расчёт параметров срабатывания защиты по условию согласования с другими защитами. Рассчитываемая защита - ЗАЩ А, а защита, с которой проводится согласование - ЗАЩ Б. При выполнении команды осуществляется вывод на грань срабатывания ступени, с которой проводится согласование (ЗАЩ Б), а затем отстройка рассчитываемой ступени (ЗАЩ А) от КЗ в полученной точке. При выводе на грань срабатывания дистанционных защит учитывается конфигурация характеристики РС. Возможно согласование разнотипных защит, что немаловажно при согласовании микропроцессорных защит с электромеханическими и наоборот, а также согласование дистанционных защит с токовыми.

Результатом выполнения команды являются параметры срабатывания рассчитываемой ступени ЗАЩ А и место нахождения конца зоны действия ЗАЩ Б. Повреждение можно задать тремя различными способами:

- **Веер** - Согласование при перемещении точки повреждения по вееру до момента нахождения конца зоны действия защиты Б.;
- **Подбор** - Согласование при повреждении в узле или в промежуточной точке ветви.;
- **Каскад** - Согласование в каскаде

Для описания зоны перемещения точки КЗ одновременно могут быть заданы ветви и элементы, на основе перечисленных ветвей и элементов будет построено дерево от узла начала (УН), по которому будет перемещаться точка КЗ. При этом заданные ветви и элементы не должны создавать колец.



Команды модуля К.У.Р.С. для расчёта уставок РЗ

▪ Проверка чувствительности защиты:

Команда производит расчёт коэффициента чувствительности для защиты при заданном виде повреждения. При выполнении команды производится замер расчётной величины (определяется исходя из заданного типа защиты), расчётная величина сопоставляется с величинами, определяющими уставку срабатывания, таким образом определяется коэффициент чувствительности.

Для панели ТЗНП, ТЗОП и МТЗ команда также производит расчёт чувствительности заданного реле мощности (ЭЛ/МЕХ, РМ12, ПДЭ, ШДЭ, ШЭ, Micom P43x, Micom P44x, Siemens 7SA52X, ABB REL511, ABB REL670, Релематика Ш2600 06.5xx, Сириус-ЗЛВ) и коэффициента чувствительности с учётом коэффициента возврата - данный коэффициент отображается в протоколе как "Кч*". Для панелей ТЗОП и МТЗ дополнительно реализована проверка чувствительности реле напряжения. При проверке чувствительности дистанционных защит также проверяется чувствительность по току точной работы. Значение тока точной работы для типовых панелей определяется автоматически, в случае, если значение не задано в фонде РЗ.

Доступны четыре команды проверки чувствительности:

- **Повреждение** - Для задания повреждения в узле необходимо воспользоваться параметром "УЗЕЛ". Если повреждение требуется установить в промежуточной точке на ветви, то необходимо воспользоваться параметрами "ВЕТВЬ" и "МЕСТО", в которых указывается ветвь и место повреждения;
- **Универсальная** - При задании команды ЧУВС УНИВЕРС не будут учтено повреждение, заданное в команде (режим формируется стандартными командами К.У.Р.С.);
- **Основных защит** - Команда производит расчёт чувствительности основной защиты, заданной в фонде основных защит;
- **Обеспечение чувствительности** - Расчёт уставки исходя из необходимого значения коэффициента чувствительности (режим формируется стандартными командами КУРС).



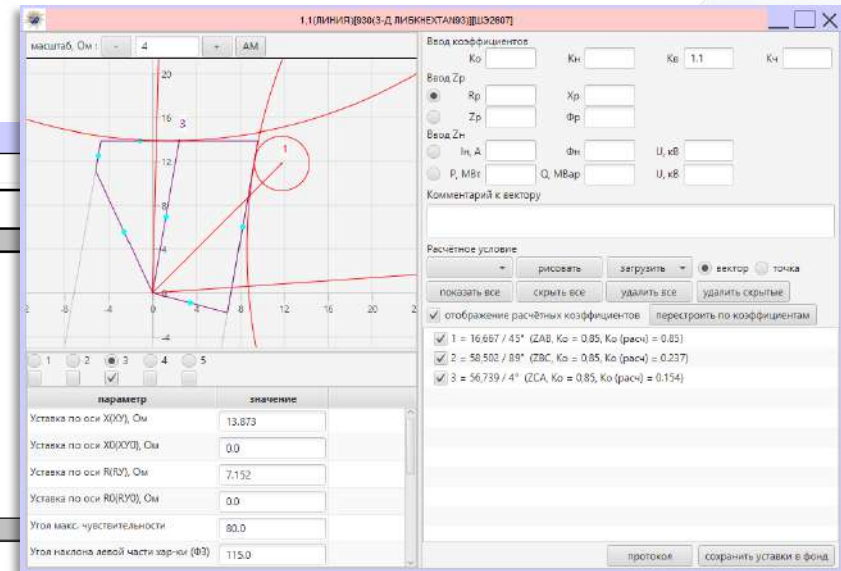
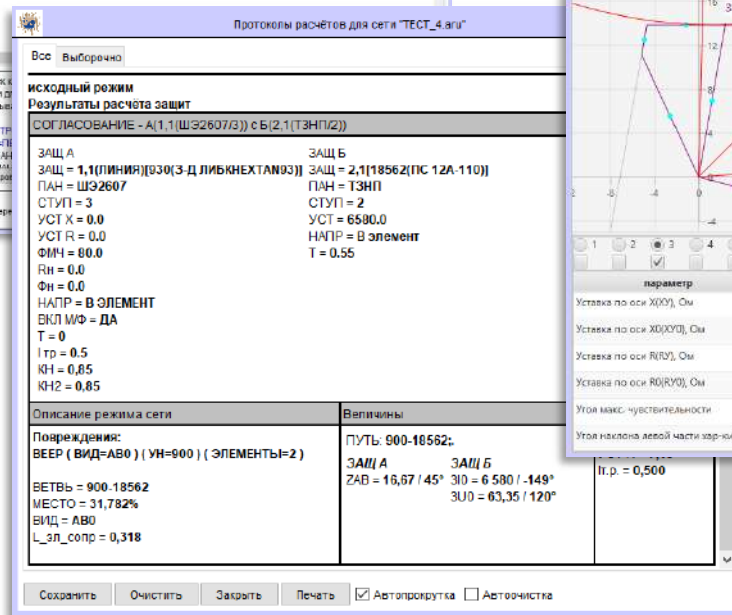
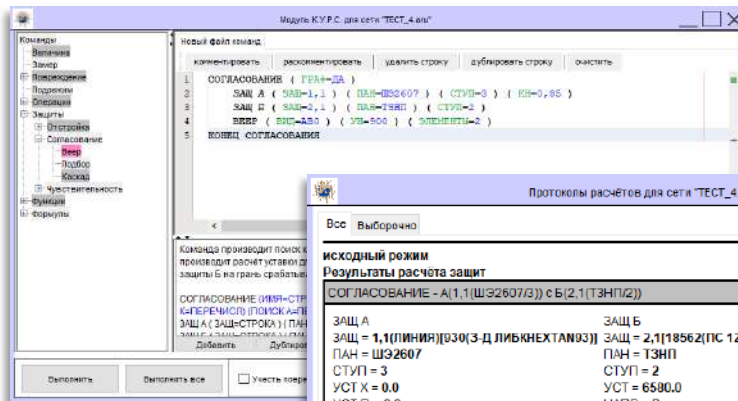
Графический расчёт с помощью модуля К.У.Р.С.

Параметры
повреждения

Параметры
расчёта

Величины
замера

Результат
расчёта





Модуль формирования бланков параметрирования МП защит

Предназначен для упрощения процесса заполнения бланков параметрирования значениями уставок с последующей генерацией бланка в формате, определённом производителем защит.

Основные возможности модуля:

- контроль допустимых диапазонов и типов значений введённых величин;
- формирование протокола проверки группы уставок и бланка целиком;
- возможность создания пользовательских шаблонов бланков параметрирования;
- сохранение бланка в формат *.xml для повторного использования;
- сохранение заполненного бланка в формат *.docx в виде, предоставленном производителем;
- импорт уставок из фонда устройств РЗ;
- задание в качестве значения величины формулы, с использованием математических операций и функций.



Дополнительные модули Модуль формирования бланков параметрирования МП защит

БЛАНК
установка шкафа типа ШЭ2607 065 защиты ИИШ
ДЗШ версия ЭО 065_315(308)

Параметр	Значение	Сообщение
Ток срабатывания ПО1, о.е.	4	Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Ток начала торможения ПО1, о.е.	3	Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Ток срабатывания ПО1 при осуществлении, о.е.		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Ток начала торможения ПО1 при осуществлении, о.е.		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Коэффициент торможения ПО1		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Ток срабатывания чувствительного реле ПО1, о.е.		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Ток срабатывания реле контроля обрыва цепей тока ПО1, о.е.		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Задержка на срабатывание ПО1 ДЗШ, с		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Время срабатывания контроля обрыва цепей тока ПО1, с		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.

наименование	обозначение	тип	диапазон регулирования	значение	универсальный класс
Тип исполнения ДЗШ		Набор значений	2 секции (1-ПО/2-ИО)3 секции...	2 секции (1-ПО/2-...	dash_tip_isopin
Осуществление ДЗШ1	XB110	Набор значений	не предусмотрено/предусмотр...	не предусмотрено	dash_schuvstv_1
Осуществление ДЗШ1	XB111	Набор значений	не предусмотрено/предусмотр...	не предусмотрено	dash_schuvstv_2
Запрет осуществления ДЗШ1 после АПВ ...	XB112	Набор значений	не предусмотрено/предусмотр...	не предусмотрено	dash_zapret_schuvstv_1
Запрет осуществления ДЗШ2 после АПВ ...	XB113	Набор значений	не предусмотрено/предусмотр...	не предусмотрено	dash_zapret_schuvstv_2
Прием сигнала 'Выход ДЗШ1 (от 5А - Вх...'	Set_D013	Диапазон чисел	0-5121	0	dash_yvвод_vh_2
Прием сигнала 'Выход ДЗШ2 (от 5А - Вх...'	Set_D014	Диапазон чисел	0-5121		dash_yvвод_vh_2
Прием сигнала 'Нарушение фиксации ...'	Set_D015	Диапазон чисел	0-5121	4	dash_narusn_filz_1
Прием сигнала 'Нарушение фиксации ...'	Set_D016	Диапазон чисел	0-5121		dash_narusn_filz_2
Прием сигнала 'Возврат блокировки ДЗ...	Set_D025	Диапазон чисел	0-5121	10	dash_voств_vh
Прием сигнала 'Выход блок. ДЗШ1 при ...'	Set_D026	Диапазон чисел	0-5121	2	dash_yvвод_obr_1
Прием сигнала 'Выход блок. ДЗШ2 при ...'	Set_D027	Диапазон чисел	0-5121		dash_yvвод_obr_2
Прием сигнала 'Оперативный запрет А...	Set_D022	Диапазон чисел	0-5121	3	dash_oper_1
Прием сигнала 'Оперативный запрет А...	Set_D023	Диапазон чисел	0-5121		dash_oper_2
Прием сигнала 'Срабатывание Р3 СВШ...	Set_D100	Диапазон чисел	0-5121		dash_srab_tz_1
Прием сигнала 'Срабатывания Р3 СВШ...	Set_D100	Диапазон чисел	0-5121		dash_srab_tz_2
Прием сигнала 'Оперативный ввод оч...	Set_D102	Диапазон чисел	0-5121		dash_oper_yvвод_schuv_1
Прием сигнала 'Нормальный режим оч...	Set_D103	Диапазон чисел	0-5121		dash_norm_yvвод_schuv_1
Прием сигнала 'Оперативный ввод оч...	Set_D104	Диапазон чисел	0-5121		dash_oper_yvвод_schuv_2
Прием сигнала 'Нормальный режим оч...	Set_D105	Диапазон чисел	0-5121		dash_norm_yvвод_schuv_2

Группа - Уставка ПО1 ДЗШ

Параметр	Значение	Сообщение
Ток срабатывания ПО1, о.е.	4	Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Ток начала торможения ПО1, о.е.	3	Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Ток срабатывания ПО1 при осуществлении, о.е.		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Ток начала торможения ПО1 при осуществлении, о.е.		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Коэффициент торможения ПО1		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Ток срабатывания чувствительного реле ПО1, о.е.		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Ток срабатывания реле контроля обрыва цепей тока ПО1, о.е.		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Задержка на срабатывание ПО1 ДЗШ, с		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.
Время срабатывания контроля обрыва цепей тока ПО1, с		Значение не входит в диапазон, либо введено некорректно.



Научно-технический центр
Единой энергетической системы

Благодарим за внимание!

АО «Научно-технический центр
Единой энергетической системы»
(АО «НТЦ ЕЭС»)

г. Санкт-Петербург,
ул. Курчатова, д. 1, лит. А.

г. Москва,
деревня Румянцево, поселение Московский,
Центральная улица, ЗАС 1

+7 (812) 297-54-10
+7 (812) 552-62-23 (факс)
ntc@ntcees.ru

ntcees.ru

www.arurza.ru

