



Научно-технический центр
Единой энергетической системы

Отечественный САПР для моделирования энергосистем и расчёта параметров настройки устройств РЗА - ПВК "АРУ РЗА"

Новосибирск, 2025

Докладчик:
Чеганова Н.Ф.



Развитие ПВК «АРУ РЗА»

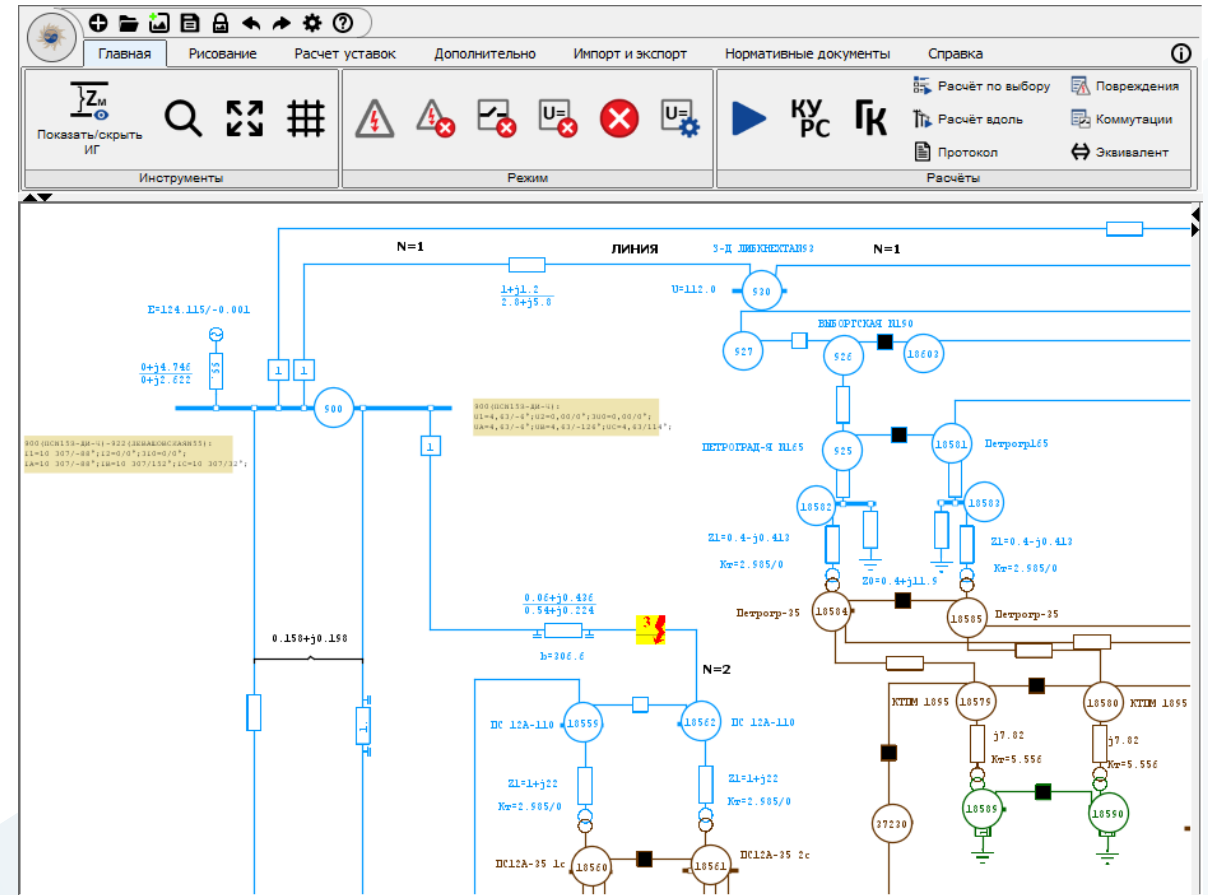
- 10.2014** Начало разработки
- 12.2017** Включение в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных
- 01.2015** Тестирование в АО «СО ЕЭС»
- 01.2019** ПВК **программно-совместим** с корпоративным программным комплексом АО «СО ЕЭС» для расчётов ТКЗ и РЗА
- 01.2021** Внедрение в **промышленную эксплуатацию** в АО «СО ЕЭС» по итогам опытной эксплуатации
- 12.2021** Номинация «Проект года» **международной премии** «Время инноваций»
- 10.2024** Свидетельство о регистрации **ПVK «АРУ РЗА» 10.0**





Основные функциональные возможности

- Моделирование сети: графический редактор, табличный ввод, модуль ГК
- Расчёт электрических параметров при любых видах повреждений: КЗ, обрывы, замыкания фаз
- Расчёт уставок релейной защиты: ступенчатые и основные защиты
- Экспорт результатов расчёта в форматы *.txt, *.docx, *.xls, *.html
- Эквивалентирование сети: расчёт сети неограниченного размера
- База паспортных параметров
- Библиотека нормативных документов





Создание и изменение расчётной модели

- Графический редактор,
- Табличный ввод,
- Модуль групповой коррекции,
- Диалоговые окна



Трансформатор двухобмоточный 18555(ВОЛ-ВЫБ1С)-18629

З1/З0 Кт1/0 З2 Защ1 Защ2 Тип Наим Нэл Граф

Паспортные параметры

Сном	Uк в-н%	ΔРк в-н	Uном ВН	Uном НН	X0/X1	Название модели	Увл прив к узлу 18555
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		Загрузить из базы

Параметры схемы замещения

Ннач	Нкон	R1	X1	Кт1	R0	X0	Кт0	R2	X2
		0.000	6.400	5.555	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Тип соединения: Y0/Y0

RNV	XNV	RNN	XNN
0.000	0.000	0.000	0.000

Р: 0 Нэл: Наим: Принять

Нэл1: Нэл2: Изменить тип на: Выберите тип Отмена

Удалить

Модуль коррекции для сети "MSGO"

Команды: Операции, Эквивалент

Новый файл команд

комментировать | раскомментировать | удалить строку | дублировать строку

```
1 ИЗМЕНИТЬ ТРАНСФОРМАТОР ( НОМЕР=18555-18629 ) ← ^ ▾
НА ( КТ=5.65 ) ( З1=0.4/5.1 ) ( З0=0.4/5.1 )
```

Выполнить в текущей сети | Выполнить для добавленных файлов

Табличный ввод для сети "MSGO.aru"

ДО Узлы: точное совпадение

Показать 18555 Поиск по столбцу

Узлы | Линии | Линии с ёмк. | Генераторы | Реакторы | Источники тока | Трансформаторы | Выключатели и нейтрали

Начальный узел: 18555 U=41.032 Конечный узел: 18629 U=7.386

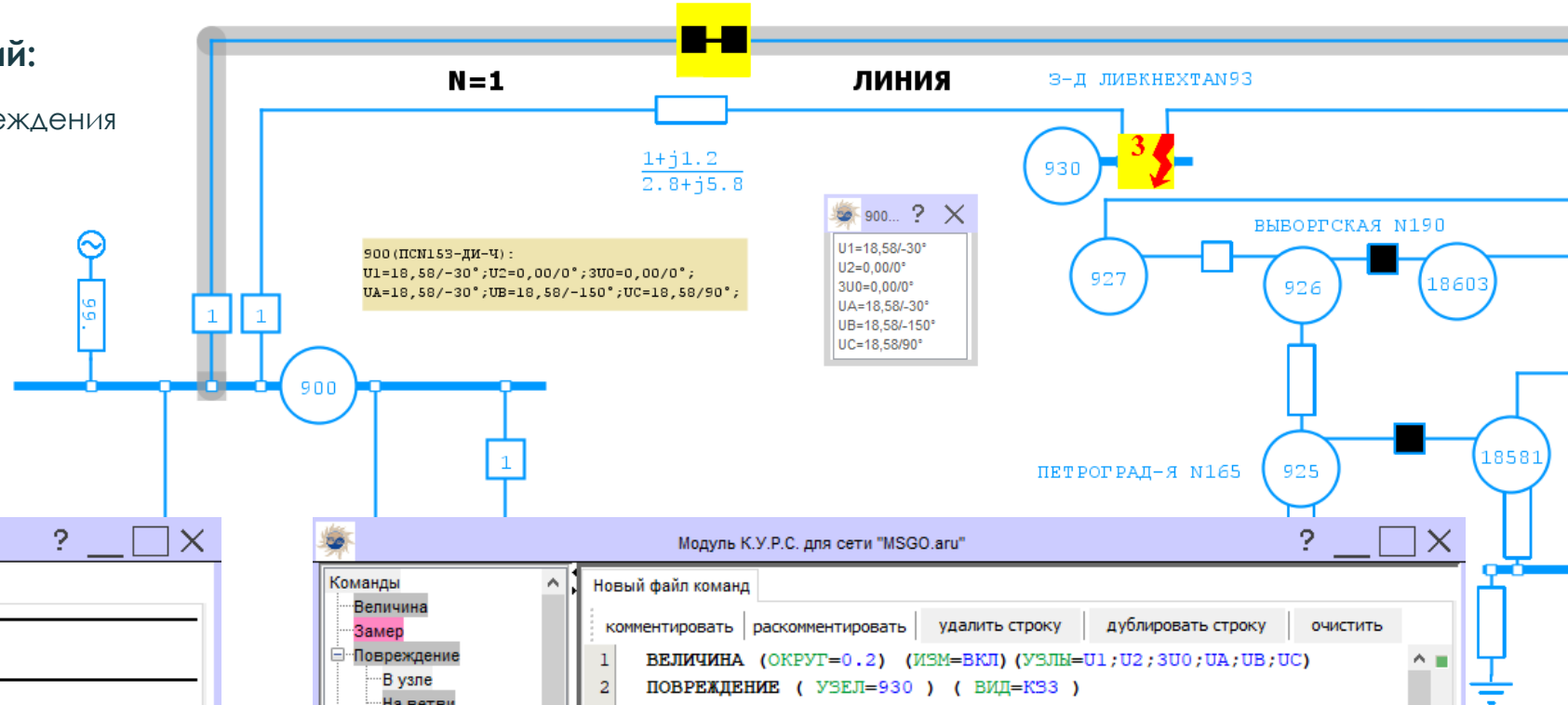
ВОЛ-ВЫБ1С

ГР	Нэл	Начальны...	Конечный ...	Параллель...	Схема обм...	R1	X1	Кт1
		18555	18630	0	Y0/Y0	0	6.4	5.555
		18555	18629	0	Y0/Y0	0	6.4	5.555



Расчёт электрических величин

- **Расчёт при любых видах повреждений:**
КЗ, обрывы, замыкания фаз, сложные повреждения
- **Коммутации объектов сети:**
с заземлением и без
- **Способы расчёта:** модуль К.У.Р.С и область графического редактора
- **Создание протокола**



Протоколы расчётов для сети "MSGO.aru"

Все | Выборочно

ПВК АРУ РЗА - версия 30.05.2025 - сеть MSGO
Дата: 12 сентября 2025 г. Время: 13:30 UTC : +7

подрежим "режим редактора"

Параметры узлов

Узел	U1, кВ	U2, кВ	3U0, кВ	UA, кВ	UB, кВ	UC, кВ
900(ПСН15 3-ДИ-Ч)	18,58 / -30,29°	0,00 / 0°	0,00 / 0°	18,58 / -30,29°	18,58 / -150,29°	18,58 / 89,71°

Изменения

Команда

ОТКЛЮЧИТЬ (ЭЛЕМЕНТ=8;) (ЗАЗЕМЛИТЬ=НЕТ)

Сохранить | Очистить | Закрыть | Печать | Автопрокрутка | Автоочистка

Модуль К.У.Р.С. для сети "MSGO.aru"

Новый файл команд

комментировать | раскомментировать | удалить строку | дублировать строку | очистить

```
1 ВЕЛИЧИНА (ОКРУГ=0.2) (ИЗМ=ВКЛ) (УЗЛЫ=U1;U2;3U0;UA;UB;UC)
2 ПОВРЕЖДЕНИЕ (УЗЕЛ=930) (ВИД=КЗЗ)
3 ЗАМЕР (УЗЛЫ=900)
4
5 ПОДРЕЖИМ (ИМЯ=режим редактора)
6 ОТКЛЮЧИТЬ (ЭЛЕМЕНТ=8) (ЗАЗЕМЛИТЬ=НЕТ)
7 КОНЕЦ ПОДРЕЖИМА
```

Выполнить | Выполнить в... | Учесть повреждения | Учесть коммутации | Элементов | Ветвей | Величина | Параметры прот...



Расчёт уставок устройств релейной защиты

ПВК «АРУ РЗА» предоставляет полный спектр условий для расчёта и выбора уставок защит с абсолютной и относительной селективностью, возможность проверки чувствительности и сохранения параметров устройств в фонд.

Ступенчатые защиты

- Токовые защиты
- Дистанционные защиты

Основные защиты

ДЗШ ДЗЛ

НВЧЗ

ДФЗ ВЧБ

режим	описание	параметры	коэф.	результат	сост
▼	ОТСТРОЙКА (ЗАЩ=1,2) (ПАН=ЭПЗ-1636) (СТУП=2) (КН=0,85)	НАПР=В ЭЛЕМЕНТ ВКЛ М/Ф=ДА ФМЧ=80,000 ОТН. ОСЕЙ=1,000 СМЕЩ=0,000 T=0.5 I тр=1,600	КН=0,85	Новый файл команд (1) СОПР <= 2,228; УГОЛ <= 65; ИТР <= 6.4;	<input checked="" type="checkbox"/>
Режим: Новый файл команд (1)		УЗЕЛ=922 (ЛЕВАШОВСКАЯ N55) ВИД=КЗ3		2,23 УГОЛ=65,000 I тр.p.=6,400	<input checked="" type="checkbox"/>
▶	СОГЛАСОВАНИЕ ВЕЕР (ВИД=КЗ3) (ЭЛЕМЕНТЫ=2 /900) ЗАЩ Б=2,1[900(ПСН15 3-ДИ-Ч)-18562(ПС 12А-110)] ПАН=ЭПЗ-1636 СТУП=1 СОПР=1,000 НАПР=В ЭЛЕМЕНТ ВКЛ М/Ф=ДА ФМЧ=80,000 ОТН. ОСЕЙ=1,000 СМЕЩ=0,000 T=0 I тр=0,000	НАПР=В ЭЛЕМЕНТ ВКЛ М/Ф=ДА ФМЧ=65,000 ОТН. ОСЕЙ=1,000 СМЕЩ=0,000 T=0.5 I тр=1,600	КН=0,85	Новый файл команд (1) СОПР <= 2,839; УГОЛ <= 65; ИТР <= 3.2;	<input checked="" type="checkbox"/>
▶	ЧУВС (ЗАЩ=1,2) (ПАН=ЭПЗ-1636) (СТУП=2) (ВИД=КЗ2) (УЗЕЛ=922)	СОПР=25,000 НАПР=В ЭЛЕМЕНТ ВКЛ М/Ф=ДА ФМЧ=80,000 ОТН. ОСЕЙ=1,000 СМЕЩ=0,000 T=0.5 I тр=1,600		Кч=1.928 Кч тр=37.254	<input checked="" type="checkbox"/>

парам... расч. ... доп.диап... значение фонд

парам...	расч. ...	доп.диап...	значение	фонд
СОПР	- 2.228	1.375 - 110	2.228	25
УГОЛ	-		80	80.0
СМЕЩ	-		0	0.0
ОТН	-		1	1.0
ИТР	1 280 -		1 280	0
НАПР	-		В ЭЛЕ.	В ЭЛЕ.
ВКЛ М/Ф	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ФАЗЫ	-			
АКТИВ	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ВКЛ_УСК	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
БЛОК	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

масштаб, Ом : - 0.5 + AM



Расчёт параметров схем замещения объектов сети

Трансформаторы и реакторы

Расчёт параметров трансформаторов/автотрансформаторов/реакторов

Трансформаторы/Автотрансформаторы | Реакторы

ввод параметров | эскиз | схема замещения

Марка: ТДН-20000/35 | Загрузить из базы | Тип: Т

N обм.: 2 | N расщ.: 1 | К расщ.:

ВН: U, кВ: 38.5 | НН: 6.3

Сх. соед.: Y0 | D

В-Н: Uк, %: 8.05 | S, MVA: 20

Рк, кВт: 130.0 | Pxx:

Kг (из БПП): 6.11

РПН: ВН | нет

Nступ: -3 | шаг РПН, %: 2.5

Загрузить задание | Сохранить задание | Экспорт | Расчёт

Ветвь	Узел 1	Узел 2	Kг (расч)	Kг (из БПП)	R1	X1	Z1	R0	X0	Z0
ВН-НН	18555	18629	5,6528	6,1100	0,4122	5,1047	5,1213 85,4*	0,4122	5,1047	5,1213 85,4*

- 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

Воздушные и кабельные линии

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

Параметры воздушной линии

Ветвь_1

Опора: Из базы | выбрать из базы | Произвольная

Тип опоры: ПСБ220-1 | Число фаз: 3 | Число ГТ: 2

Провода: для цепи параметры одинаковые

провод	марка	изолятор	N из.	X, м	Y, м	Yмин, м
A-1	АС-70/72	ПС-120А	0	-5.78	17.5	17.5
B-1	АС-70/72	ПС-120А	0	0	17.5	17.5
C-1	АС-70/72	ПС-120А	0	5.78	17.5	17.5
T-1	АС-150/24			-5.78	20.5	20.5
T-2	АС-150/24			5.78	20.5	20.5

фазные провода

марка	Дпров, мм	T/D	Руд, Ом/км	μ/μ0	N в фазе	a, мм	α*10-6
АС-70/72	15.4	0.1429	0.428	1	1	1	14.5

грозоотросы

марка	Дпров, мм	T/D	Руд, Ом/км	μ/μ0	заземление	α*10-6
АС-150/24	17.1	0.3158	0.198	1	в двух и более точках	16.8

Имя ветви: Ветвь_1 | Удалить ветвь

Эскиз опоры:

Перейти к участку | Расчёт



Повышение уровня автоматизации расчётов

Модули для автоматизации процесса выбора уставок срабатывания устройств РЗА

Модуль АС

Анализ срабатывания ступенчатых защит

Поэтапный просмотр в течение времени состояния группы ступенчатых защит и коммутационного состояния объектов сети при наличии повреждения.

Модуль АРУ

Автоматизированный расчёт уставок ступенчатых защит

Формирование необходимых расчётных условий для выбора основных уставок срабатывания защит с относительной селективностью с последующим определением допустимых диапазонов.

Модуль МСГО

Определение минимального состава генерирующего оборудования

Проверка чувствительности и селективности работы устройств РЗА (основных и резервных защит) при различных конфигурациях сети.



Обмен данными между программными комплексами

На начальном этапе разработки ПВК «АРУ РЗА» перед командой стояла задача сохранения преемственности представления модели сети ПВК «АРМ СРЗА». Так, в комплексе реализован конвертор, позволяющий импортировать и экспортировать модель сети, графическое изображение и фонд устройств РЗ из одной системы проектирования в другую.

Схема электрической сети

импорт параметров элементов, топологии и графического изображения электрической сети из файлов ПВК «АРМ СРЗА»

Фонд устройств РЗА

импорт параметров устройств релейной защиты из файлов ПВК «АРМ СРЗА»

Нагрузочные режимы

импорт параметров нагрузочных векторов из файлов таблиц Excel (*.csv, *.xls, *.xlsx)

импорт нагрузочных напряжений



Интеграция с CIM моделью

Common Information Model - абстрактная цифровая модель системы, описывающая ее основные элементы, их свойства и связи между ними в виде общепризнанных и одинаково понимаемых определений и понятий





Развитие взаимодействия с внешними информационными системами, функционирующими на базе CIM

Задача импорта параметров элементов сети и устройств РЗА (платформа СК-11)

- возможность создания новой сети и актуализации уже имеющейся
- настройка участка и объёма импорта
- отдельный импорт параметров элементов сети и устройств РЗА
- возможность эквивалентирования участка сети при импорте
- создание протокола импорта

Задача импорта состояния сети и устройств РЗА (ОИК СК-11 и ИУС «CIM-ЗРП»)

- настройка участка и объёма импорта
- отдельный импорт состояния элементов сети и устройств РЗА
- возможность выбора момента времени, по состоянию на который требуется импорт
- обработка ситуаций возникновения различий в составе элементов сети при импорте
- создание протокола импорта

Задача импорта уставок устройств РЗА (система ИС СРЗА)

- возможность импорта данных основных и ступенчатых защит
- настройка участка и объёма импорта (отдельные устройства РЗА, набор функций РЗА, набор ступеней защит)
- возможность актуализации уставок всех имеющихся в сети РЗА
- режим сопоставления уже имеющихся в сети устройств РЗА и загружаемых устройств с выводом различий
- создание протокола импорта

Задача эквивалентирования модели сети (ПО Эквиваленты)

- взаимодействие с веб-версией модуля эквивалентирования ПВК «АРУ РЗА»
- настройка участка эквивалентированной сети
- вычисление эквивалентных связей и источников энергии
- автоматическое определение эквивалентов межсистемных связей по признаку связывания выбранного участка сети с остальной частью энергосистемы



Самостоятельная отечественная программная разработка



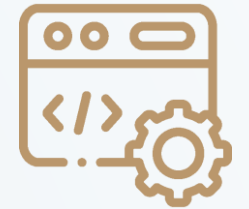
Высокий уровень автоматизации

Кроссплатформенность



Эффективные алгоритмы

Эргономичный интерфейс



Независимость технологий

Техническая поддержка





Научно-технический центр
Единой энергетической системы



www.arurza.ru

АО «Научно-технический центр
Единой энергетической системы»
+7 (383) 355-99-14

ntcees.ru

По всем техническим вопросам,
связанным с работой ПВК «АРУ РЗА»,
обращаться к Абакумову С.А.
Abakumov-SA@ntcees.ru
+79232446014