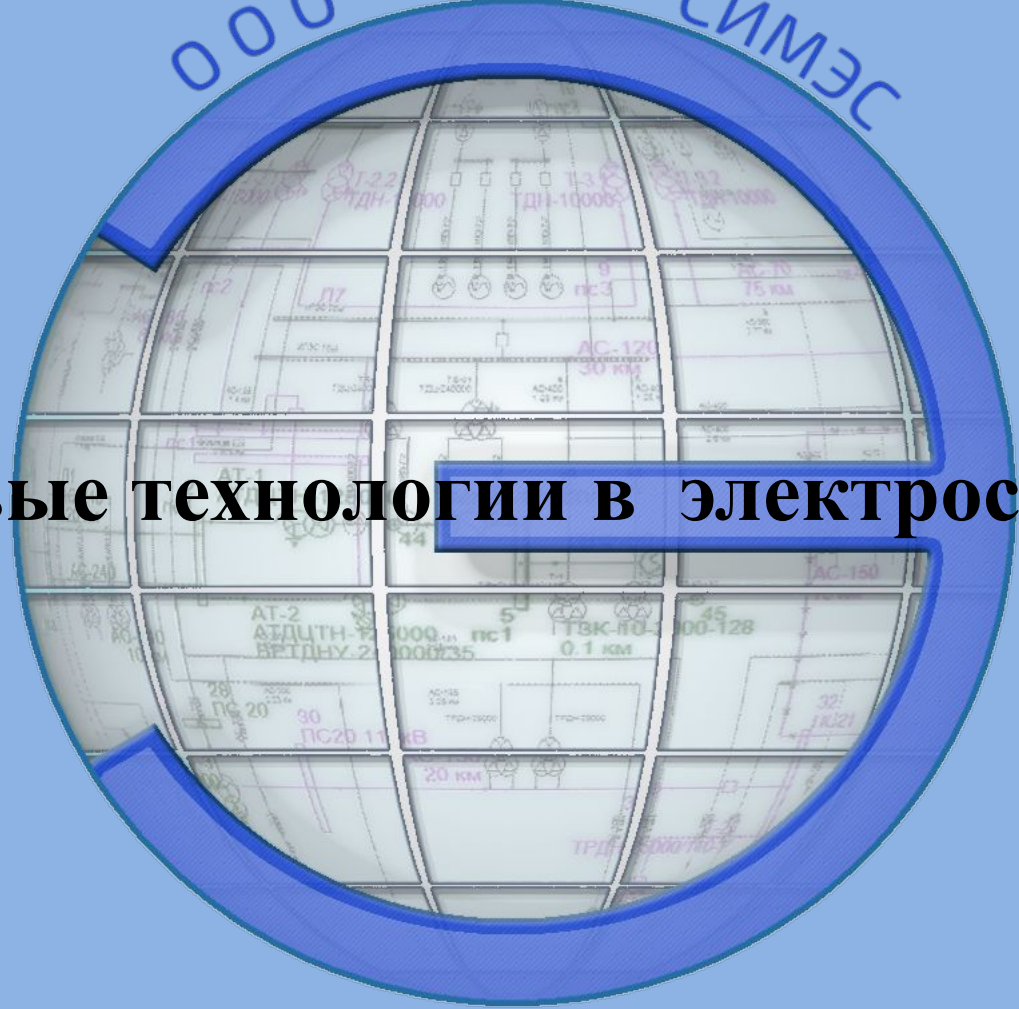


ООО 'ЭСЛ' СИМЭС



# **Цифровые технологии в электроснабжении**

к.т.н., доц. Ильичев Николай Борисович  
[ilichevnb@rambler.ru](mailto:ilichevnb@rambler.ru) т.+7 (906) 617 10 71



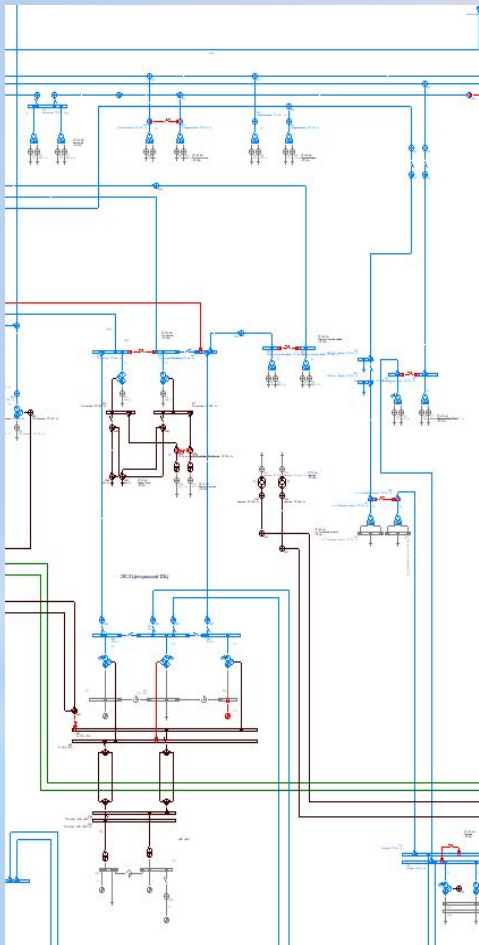
# СИМЭС

## Система Информационного Моделирования Электрических Сетей

Разработка ООО «Энерджи софт лаб» (ЭСЛ) 2017-2022 г.

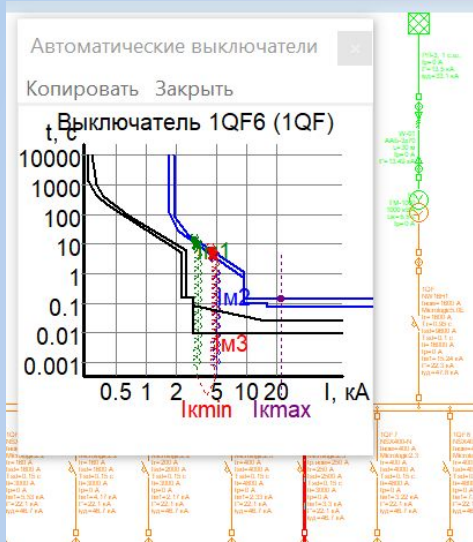
*СИМЭС предназначена для моделирования электрической сети и выполнения расчетов установившихся режимов, токов коротких замыканий, потерь электрической энергии, технико-экономических показателей при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем.*

# Состав программно-расчетных комплексов СИМЭС :



- **СИМЭС – РЕЖИМ** Расчет установившихся режимов сложных замкнутых и разомкнутых электрических сетей. Расчеты уровней напряжения, потерь напряжения, токов потоков мощности потерь мощности, коэффициентов загрузки элементов сети, оценка запаса по току и по мощности
- **СИМЭС – ТКЗ** Расчет токов короткого замыкания в сетях всех классов напряжения. Расчеты ТКЗ для оценки стойкости оборудования оценки сработки ресурса при аварийных отключениях, расчеты уставок релейных защит. Расчет уставок МТЗ и токовых отсечек разомкнутых электрических сетей
- **СИМЭС – ПОТЕРИ** Расчет технических и технологических потерь электрической энергии, в том числе на основе данных АИИСКУЭ и телеизмерений. Определение объективно обусловленных технологических потерь для оценки величины коммерческих потерь электроэнергии. Прогнозирование и определение норматива потерь электроэнергии на перспективный период
- **СИМЭС – ТЭР** Расчет технико-экономических показателей при проектировании электрических сетей. Техничко-экономическое сравнение разных вариантов развития электрической сети.

# Развитие СИМЭС в ближайшей перспективе:

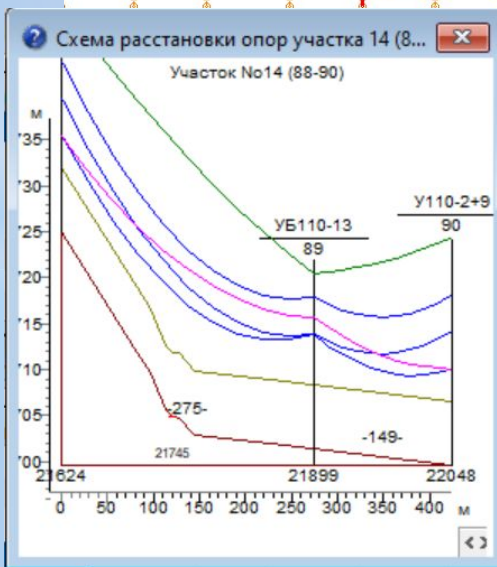


- **Расчет сетей с напряжением ниже 1000 В.** Расчет установившихся режимов при несимметричной загрузке фаз. Расчет потерь напряжения. Определение пусковых токов и напряжений при пусках потребителей. Оценка степени загрузки оборудования. Определение уставок защит сети ниже 1000 В. Определение времени отключения защит при максимальных и минимальных токах КЗ. Проверка защит по селективности. Построение карт селективности. Оценка термической и электродинамической стойкости оборудования и другие задачи.

- **Расчет стрел провисания проводов.** Расчет габаритов опор, в том числе с учетом электрического режима. Проектирование ВОЛС с подвеской на опоры воздушных линий электропередачи разных классов напряжений.

- Задачи расчета структурной надежности

- Задачи, связанные с электромеханическими переходными процессами



# \* История СИМЭС

\* СИМЭС – развитие программного комплекса EnergyCS Режим, EnergyCS ТКЗ, EnergyCS Потери для расчетов установившихся режимов, токов коротких замыканий и расчета потерь электроэнергии в том числе и по данным АСУЭ

\* История программы от 1981 года, из разработок, выполняемых на кафедре Автоматизированных электрических систем Уральского политехнического института. Собственно, такой известный программный комплекс, как RastWin имеет происхождение от того же разработчика и с того же времени. (Расхождение пошло от 1984 года)

\* Современный СИМЭС отличается от EnergyCS существенно переработанным интерфейсом, немного измененным форматом представления данных и возможностью интеграции в геоинформационную



Урфу  
(УПИ)



ИГЭУ  
(ИЭИ)

# Комплекс СИМЭС на экране монитора

СИМЭС 2.0.0.1776 (Отладочная версия) (ТКЗ)

Файл Правка Схема Данные Карта Суперовъекты ТКЗ Фидеры Замеры Сервис Справочник Окна ?

\*ПГКМ Рабочая версия

Узлы (исходные д...)

Номер узла	1	Номера узлов	1-2
Наблюдаемый		Наблюдаемая	
Наименование	СШ1 ЗРУ-6к	Наименование	1
Район		Имя узла начала	СШ1 ЗРУ-6к
СХН	S=c	Имя узла конца	2
Уном, кВ	6	Терминал начала	
P нагр., кВт		В, Н	
Q нагр., квар		Вид	
P ген., кВт		В К	
Q ген., квар		Терминал конца	
U , кВ		Абонент	-
Q min, квар		R, Ом	0
Q max, квар		X, Ом	0
Q max/min как f(P)		R0, Ом	0
КЗ	-	X0, Ом	0
Код		G мксМ	
Документы		В мксМ	

Ветви (исходные ...)

45% -75.-363 Редактирование <

Главная ТП поз.5 ТП поз.9 + КТПН-7, 8 ТП поз.24 ТП поз.34 >

Узлов-978 Ветвей-1368

# Отображение схемы и карты с использованием ГИС

СИМЭС 2.0.0.924 (Отладочная версия)

Файл Пра Карта

Узлы (исходные данные)

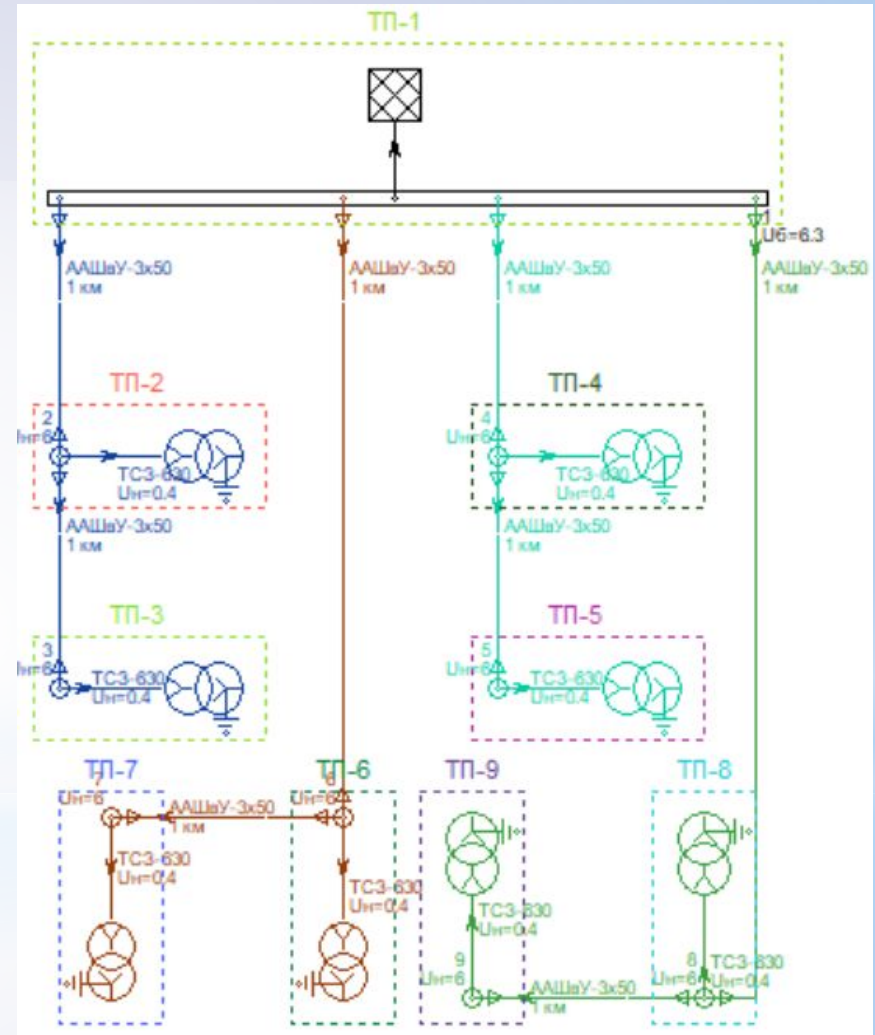
Номер узла	2295
Наименование	Восточная 5
Район	ЛенПМЭС
CXH	S=c
Уном, кВ	330
P нагр., МВт	
Q нагр., Мвар	
P ген., МВт	
Q ген., Мвар	
U , кВ	
Q min, Мвар	
Q max, Мвар	
Q max/min как f(P)	
KЗ	-
Код	

Узлов-5541 Ветвей-7542 Перерисовка модели Период №0 "Базовый" 2014г.

17:54

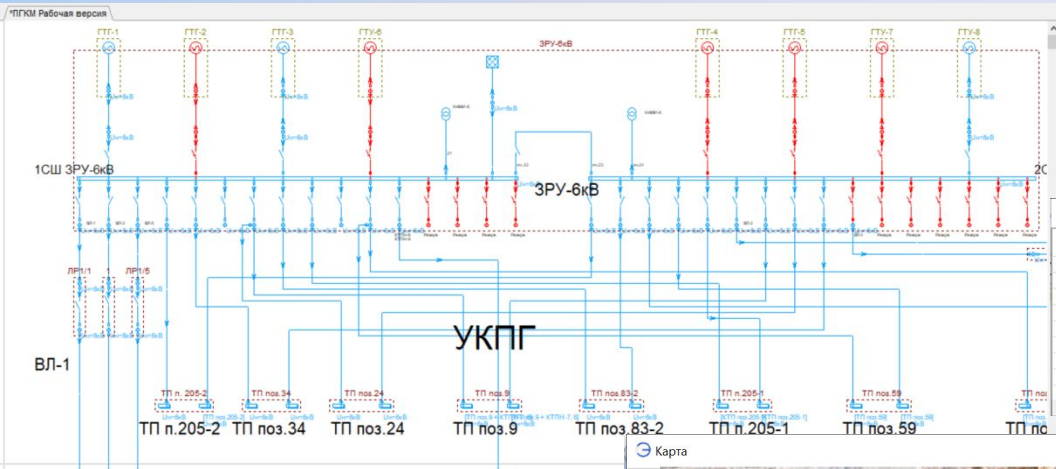
# Ввод модели и ее редактирование

- Создание модели возможно в табличном виде.
- Однако, наиболее удобен вариант графического ввода модели с использованием специализированного графического редактора направленных графов.
- При вводе модели возможно добавление новых узлов и объектов. Параметры схемы замещения рассчитываются автоматически. При этом, для фрагментов схемы возможно копирование, перемещение, повороты, зеркальное отражение, сохранение фрагментов в виде самостоятельных моделей. Сборка из сохраненных фрагментов.
- При создании новой модели может использоваться растровая подложка с изображением схемы подготовленной любым путем, например съемкой бумажного чертежа на фотокамеру. (Подробнее показано ниже)





# Представление сети в виде схемы, карты и табличных данных



Генераторы синхронные

Номер узла	ПС	Узел подключения	Обозначение	Тип	Уном кВ	Фиксация  U , кВ	Pt, кВт	Qr, квар	Храс, о.е.	Кзаг, о.е.	Q min, Мвар	Q max, Мвар	Q max как f(P)
35	ПТ-1	ПТГ-1	ПТГ-1	ГСБ-1800-6.3	6	6.3	1800	1350	0.19	1	0	0	
37	ПТ-2	ПТГ-2	ПТГ-2	ГСБ-1800-6.3	6	6.3	1800	1350	0.19	1	0	0	
39	ПТ-3	ПТГ-3	ПТГ-3	ГСБ-1800-6.3	6	6.3	1800	1350	0.19	1	0	0	
41	ПТ-6	ПТГ-6	ПТГ-6	ОПРАДГО-1.8XG	6	6.3	1800	2604	0.19	1	-9999	9999	
43	ПТ-4	ПТГ-4	ПТГ-4	ГСБ-1800-6.3	6	6.3	1800	834.3	0.19	1	-9999	9999	
45	ПТ-5	ПТГ-5	ПТГ-5	ГСБ-1800-6.3	6	6.3	1800	1319	0.19	1	-9999	9999	
47	ПТ-7	ПТГ-7	ПТГ-7	ОПРАДГО-1.8XG	6	6.3	1800	1518	0.19	1	-9999	9999	
49	ПТ-8	ПТГ-8	ПТГ-8	ОПРАДГО-1.8XG	6	6.3	1800	7156	0.19	1	-9999	9999	

Кабельные линии

Номера узлов	ПС	Узел начала	Узел конца	Обозначение	Тип	Длина, км	Доп 25/15°, А	Доп ав., А	Отпайка
2-975	ЗРУ-6кВ	2	975	ЗРУ-6Л1	ААБлГ-3х70	0.6066	135	175.5	
3-976	ЗРУ-6кВ	3	976	ЗРУ-6Л3	ААБлГ-3х70	0.0731	135	175.5	
5-212	ЗРУ-6кВ	n.205-2	ТП ноз.205-2	ЗРУ1-ТП205-2	MEDIAstrp-3х70	0.6496	135	175.5	
6-85	ЗРУ-6кВ	n.34	ТП ноз.34	ЗРУ1-ТП ноз.34	ААБлГ-3х70	0.4291	135	175.5	
8-100	ЗРУ-6кВ	n.9	ТП ноз.9	ЗРУ1-ТП ноз.9	ААБлГ-3х70	0.4884	135	175.5	
8-80	ЗРУ-6кВ	n.9	ТП ноз.24	ЗРУ1-ТП ноз.	ААБлГ-3х70	0.6182	135	175.5	
9-50	ЗРУ-6кВ	n.83-2	ТП ноз.83-2	ЗРУ1-ТП83-2	ААБлГ-3х70	0.0394	135	175.5	
10-224	ЗРУ-6кВ	n.205-1	224	ЗРУ1-ТП205-1	ААБлГ-3х70	0.6244	135	175.5	
12-70	ЗРУ-6кВ	n.83-1	70	ЗРУ1-ТП83-1	ААБлГ-3х70	0.0451	135	175.5	

63% -212-283 Редактирование  
Главная | ТП ноз.5 | ТП ноз.9 | Определение рамки | Узлов-978 Ветвей-1368

Генераторы синхр...

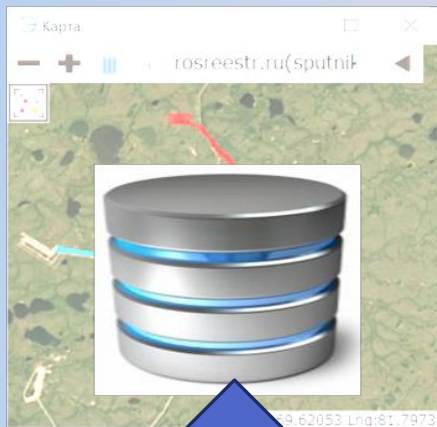
Номер узла	35
ПС	ПТ-1
Узел подключения	ПТГ-1
Обозначение	ПТГ-1
Тип	ГСБ-1800-6.
Уном, кВ	6
Фиксация  U , кВ	6.3
Pt, кВт	1800
Qr, квар	1350
Храс, о.е.	0.19
Кзаг, о.е.	1
Q min, Мвар	0
Q max, Мвар	0
Q max/min как f(P)	
График ЭП, (сут.)	
Период	0
Состояние	Сущ
Документы	...
Zl, Ом	0

Кабельные линии

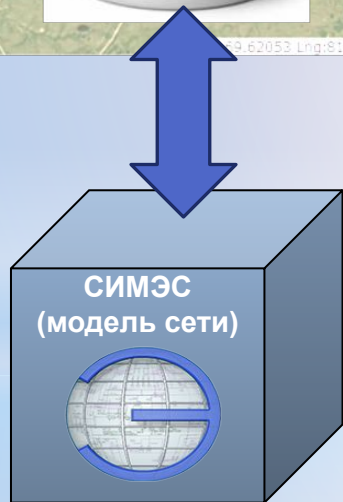
Номера узлов	35-34
ПС	ПТ-1
Узел начала	ПТГ-1
Узел конца	34
Обозначение	ПТГ1-ЗРУ
Тип	ААБлГ-3х12
Длина, км	0.1567
Доп 25/15°, А	190
Доп ав., А	247
Отпайка	
Ун сети, кВ	6
Ун кабеля, кВ	6
Кабелей в пучке	1
Способ прокл	Воздух
Кп	1
Ku	1
Zлог, Ом	0.2588+j0.07
Период	0
Состояние	Сущ
Документы	...



# Взаимодействие СИМЭС с ГИС



ГИС и БД оборудования. Хранилище паспортных данных, документов, протоколов текущего обслуживания и ремонтов, с привязкой к географии. Возможно, представление схемы электрической однолинейной. Базовое или текущее состояние схемы сети.



Модель сети для расчетов и для анализа на основе расчетов. Специальное представление схемы электрической однолинейной, выполнение расчетов, формирование табличных отчетов на основе расчетов. Отображение оперативного состояния схемы однолинейной. Хранение промежуточных вариантов схем и режимов, подлежащих анализу и, возможно никогда не реализуемых на практике.. Синхронизация моделей по ID или по обозначениям с уточнением параметров, зависящих от протяженности

# СИМЭС в процессе управления сетями



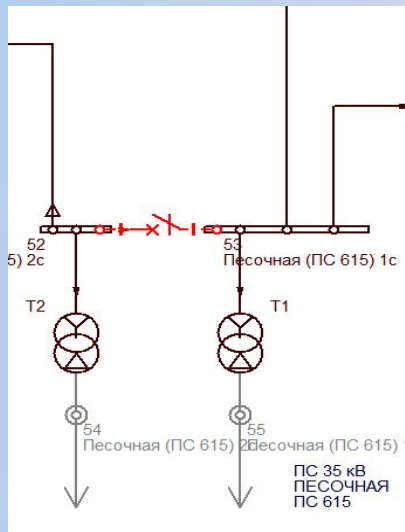
# Особенности моделирования географического положения

## ЭЛЕМЕНТОВ СЕТИ

- Программа может работать совместно с геоинформационной системой, например, ZuluGIS с привязкой объектов модели электрической сети к объектам ГИС, которые могут быть отображены совместно с неэлектрическими инженерными объектами
- Возможна работа без внешней ГИС. В этом случае на карте показываются только объекты модели эл. сети во взаимосвязи со схемой однолинейной.
- Электрические станции и подстанции отображаются немасштабным значком, При крупном масштабе станция видна, как сооружение на местности, а знак – это точка ее привязки, координаты условного центра подстанции. Знак имеет ограниченное масштабирование.
- Воздушные линии электропередач моделируются до каждой опоры, каждого пролета. Каждая опора изображается условным значком промежуточной или анкерной опоры.
- Кабельные линии моделируются множеством точек изгиба, а также точек расположения кабельных муфт, концевых и соединительных.
- Отображаемые объекты на карте имеют цвет, соответствующий цвету на схеме, а также настраиваемый состав отображаемых параметров.

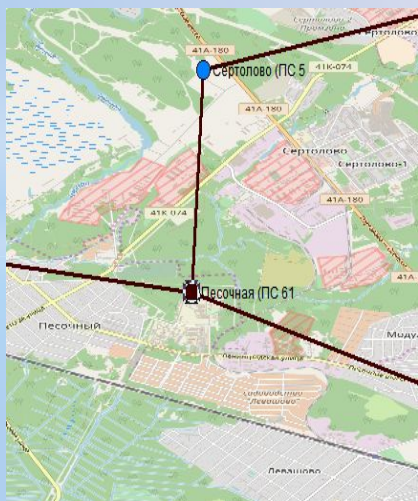


# Связь расчетной модели с географическими



Связь расчетной модели, представленной в виде однолинейной электрической схемы с географическими данными системы ZuluGIS позволяет:

- Отобразить или изменить положение подстанций.
- Отобразить или изменить положение трассы линии электропередачи на карте
- Увязать объекты электрической сети с объектами сетей других инженерных коммуникаций (водопровод, тепло, газ, канализация и т. п.)
- Определить детали, привязки прокладки кабельной трассы и размещения ТП.
- Найти на электрической схеме объект, выделенный на карте или в таблице. Найти на карте объект, выделенный на схеме или в таблице.
- Оценить трудозатраты на создание временной ремонтной схемы, возможно с прокладкой на местности временной линии (перемычки).
- Отображение результатов расчета на карте в виде текста с использованием тех же цветовых схем, что и для схемы сети:
  - Обозначение района погасания (потери питания) при неудачной коммутации или отключения КЗ.
  - Обозначение цветом районов с заниженным или завышенным уровнем напряжения.
  - Обозначение цветом перегруженных элементов или недогруженных и т.п.



# Оценка вариантов развития сети при проектировании

Изменение нагрузок по периодам

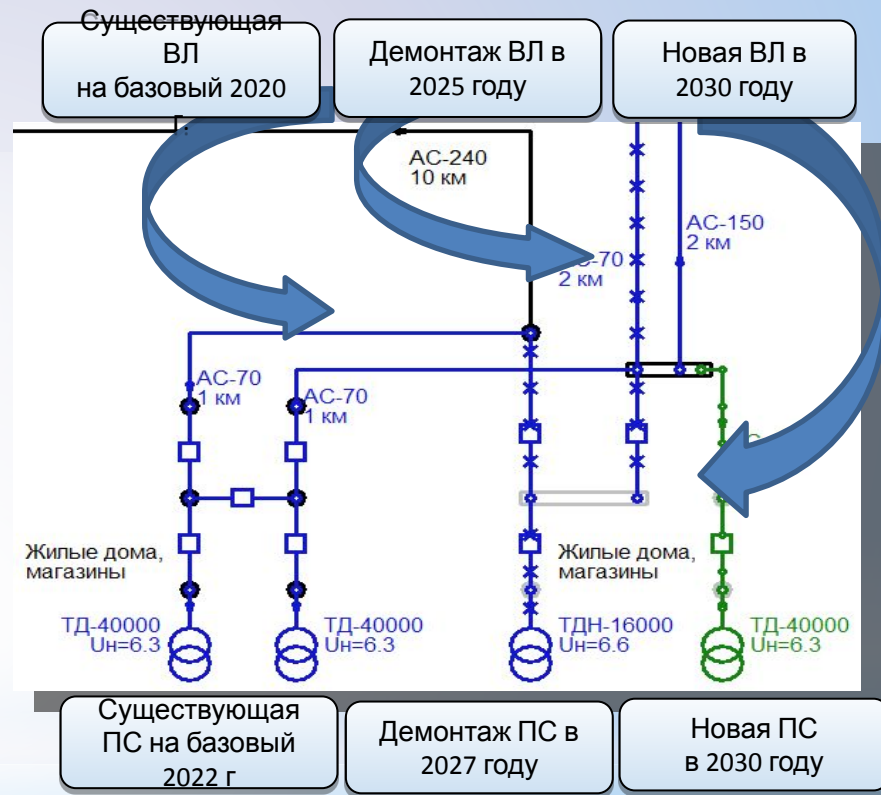
Нагрузка №3							
№	Наименование периода	Год	Коэффициент роста	tg(Φ)	cos(Φ)	Pнагр кВт	Qнагр квар
0	Базовый	2022	1	0.5	0.8944	6000	3000
1	Первый	2027	1.075	1.075	0.6811	6450	6934
2	Второй	2030	1.075	1.075	0.6811	6450	6934

Периоды ввода. Данные

№	Наименование	Год окончания	Цвет
0	Базовый	2022	■
1	Первый	2027	■
2	Второй	2030	■

Тренды нагрузок, ТП и фидеров

Код ветви	Номер узла	Обозначение узла	Обозначение объекта	Вид нагр.	Вид изм.	Ед. изм.	0	1	2
5:3	5	пс1		Фидер	Р	кВт	833.3	833.3	833.3
5:4	5	пс1		Нагрузка	Р	кВт	20000	20000	20000
8:3	8	пс2		Фидер	Р	кВт	2081	2081	2081
10:3	10	пс3	Нагрузка №3	Нагрузка	Р	кВт	6000	6450	6450
12:3	12	пс4		Нагрузка	Р	кВт	10000	10000	10000
12:4	12	пс4		Сн	Нагрузка	кВт	200	200	200
17:3	17		ТП-31 Т1	ТП	Р	кВт	225	225	225
18:2	18		ТП-37	ТП	Р	кВт	225	225	225



В СИМЭС возможно рассмотреть большое число вариантов развития сети во времени и отобразить их на схеме с учетом статуса элементов сети на расчетный период. 14

# Пример схемы городской сети (раскрашено по ТП)

СИМЭС 2.0.0.266 (Тестовая версия)

Файл Правка Данные Схема Карта Суперобъекты Режим Фидеры Замеры Сервис Справочник Окна ?

\*Новая мс | К+vetlin

4% 285:246 Редактирование <

Главная / Перемещение схемы относительно окна Узлов-5280 Ветвей-6747

Узлы (исходные д... X	
Номер узла	1
Наименование	
Район	
СХН	S=c
U ном, кВ	6
P нагр., МВт	
Q нагр., Мвар	
P ген., МВт	
Q ген., Мвар	
U , кВ	
Q min, Мвар	
Q max, Мвар	
Ветви (исходные д... X	
Номера узлов	1-2
Наименование	
Имя узла начала	1
Имя узла конца	Прив
В, Н	
Вид	
В К	
Абонент	-
R, Ом	0
X, Ом	0
G мкСм	
B мкСм	
Kт'	
jKт''	
Идоп пр., А	
Идоп об., А	
Место Идоп	Н
Период	0
Состояние	Суц

# Задачи, решаемые на основе расчета установившихся режимов

- Расчет установившегося режима состоит в определении уровней и фаз напряжений во всех узлах расчетной схемы для заданного множества нагрузок.
- Расчет токов и потоков мощности в элементах сети.
- Оценка потерь мощности в сети в элементах сети.
- **Определение балансов мощности по районам или подразделениям.**
- Оценки коэффициентов загрузки элементов сети с учетом температуры среды.
- Оценка резерва пропускной способности линий и трансформаторных подстанций
- Принятие решения о возможности подключения новых потребителей.
- Оценка потерь напряжения в сети, оценка отклонений напряжения.
- Решение вопросов регулирования напряжения. Моделирование действия регуляторов.
- Решение вопросов компенсации реактивной мощности, размещение устройств компенсации в схеме сети. Моделирование вариантов размещения КУ.
- Анализ вариантов послеаварийных схем сети. Проверка по перегрузке и по потерям напряжения послеаварийных схем.



# Результаты режима на схеме (раскрашено по связям с системами)

СИМЭС 2.0.0.924 (Отладочная версия)

Файл Правка Схема Данные Карта Режим Фидеры Замеры Сервис Справочник Окна ?

\*Новая модель \*ЛИПЕЦК \*ГИС\_ПС2015-2016\_зима\_(2016-12-02\_1)+КЛ ВО-Крест \*ТЭЦ-20 \*Питающая сеть\_6-20\_кВ

Автоская ТЭЦ-15

35% -162:212 Редактирование <

Главная Главная <> Уменьшение масштаба схемы Узлов-10797 Ветвей-17979 Перерисовка модели

Узлы (исходные данные)

Номер узла	1
Наименование	ПС 520 1с.
Район	7810RES09C
СХН	S=c
Уном, кВ	6
Р нагр., кВт	
Q нагр., квар	
Р ген., кВт	
Q ген., квар	
I <sub>U</sub> , кВ	
Q min, квар	
Q max, квар	
Q max/min как f(P)	

Ветви (исходные данные)

Номера узлов	1:2-64:2
Наименование	
Имя узла начала	ПС 520 1с.
Имя узла конца	34805с
Терминал начала	
V, Н	
Вид	
V К	
Терминал конца	
Абонент	-
R, Ом	0.983
X, Ом	0.936
G мксМ	0
B мксМ	-998.5
K <sub>T</sub>	
jK <sub>T</sub> <sup>0</sup>	
Iдоп пр., А	
Iдоп об., А	
Место Iдоп	Н
Период	0
Состояние	Суц

# Представление результатов расчетов установившихся режимов с расцветкой по коэффициентам загрузки и по отклонениям напряжения

СИМЭС 2.0.0.3715 (Отладочная версия) (Режим)

Файл Правка Схема Данные Карта Суперобъекты Режим Фидеры Замеры Сервис Справочник Окна ? DEBUG

\*Лабинск Л1

К3 зад=90  
Iв=1.444  
Kз=89.37%  
U=0.3772

U=9.431 U=9.431 Iв=7.207 Kз=3.487%

U=9.432 U=9.432 Iв=7.207

U=9.432 U=9.432 Iв=17.83 Kз=89.28% U=0.4952

U=9.436 U=9.436 Iв=28

U=9.43 U=9.43 Iв=0.0166 U=0.00625%

U=9.43 Iв=5.763 Kз=2.305%

U=9.43 Iв=5.763

U=9.532 U=9.532 Iв=0.56

U=9.535 U=9.535 Iв=0.56

U=9.532 U=9.532 Iв=0.56

U=9.493 U=9.493 Iв=63.6

AC-70 0.9 км Iв=0.0166 U=0.00625%

АГВнг-1x95 0.061 км Iв=5.763 Kз=2.305%

TM-180 Kз зад=90 Iв=10.69 U=0.4952 Kз=89.27%

Вид расцветки

- Нет
- По Уном
- По районам
- По связи с БУ
- По источникам питания
- По фидерам
- Отмеченные
- Если нет на схеме
- По dU(%) узлов
  - По Kз(%) ветвей
  - По периодам ввода
  - По состояниям выключателей по периодам
  - По направлениям ветвей
  - По направлениям токов
  - По магистралям и отпайкам
  - Наблюдаемые

Цвета

Kз	%
130	
100	
90	
80	

Узлы (установившийся режим)

Номер узла	171
Наименование	СШ 10кВ ТП 180
Район	СШ 10кВ ТП 180
ПС	СШ 10кВ ТП 180
СХН	S=c
Uр , кВ	10.71
Угол U°	-2.114
dU, %	7.101
P нагр., кВт	0
Q нагр., квар	0
P ген., кВт	0
Q ген., квар	0

63% 125:8 Редактирование

# Представление результатов расчетов установившихся режимов

- В таблицах
- На схеме в виде надписей
- На схеме в виде специальных схем раскраски
  - По относительному отклонению напряжения,
  - По коэффициенту загрузки оборудования.
  - По факту проблем с оборудованием, например исчезновением напряжения при коммутации или нестойкости токам коротких замыканий.
- На карте в виде надписей
- На карте в виде специальных схем раскраски

# Расчетные задачи в составе СИМЭС, связанные с расчетом токов короткого замыкания

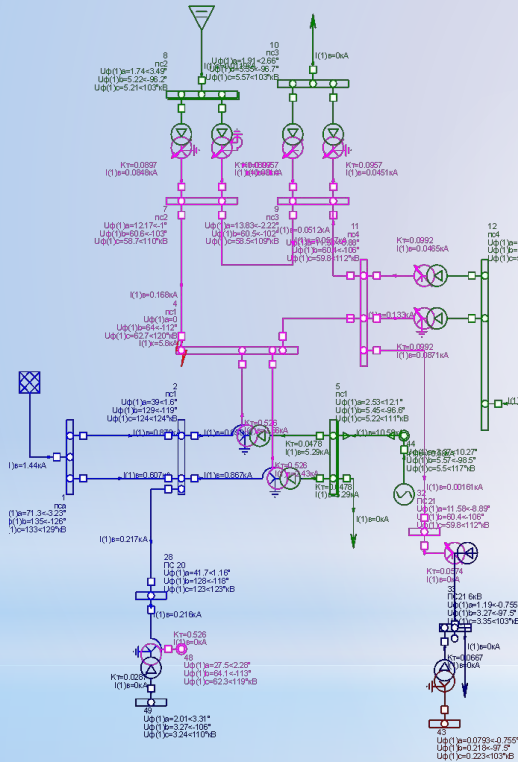
1. Определение токов короткого замыкания (ТКЗ) для проверки по стойкости оборудования. По термической и электродинамической стойкости для сложно-замкнутых и разомкнутых сетей при простых видах повреждений (однократное КЗ любого вида без обрывов).

2. Определение ТКЗ для проверки чувствительности релейной защиты, для проверки и выбора уставок релейной защиты.

3. Определение времени отключения от величины тока КЗ и от его удаленности. На карте и на схеме могут строиться поля времен отключения с раскраской по степени допустимости и недопустимости ТКЗ.

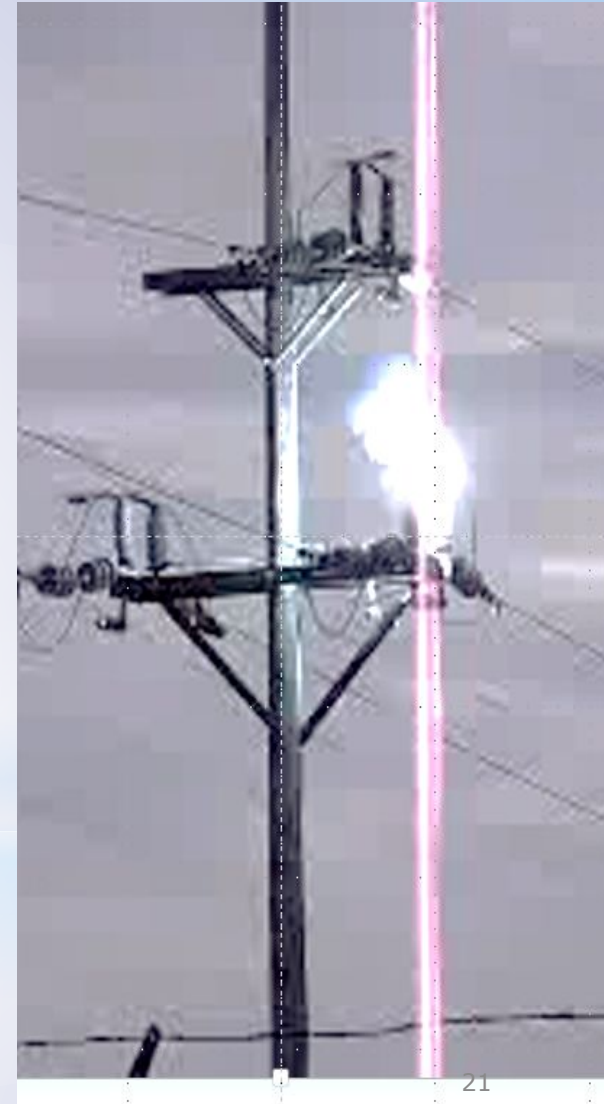
4. Расчеты токов ОЗЗ с учетом заземления нейтрали через активное, индуктивное или комплексное сопротивление по алгоритму расчета токов однофазного короткого замыкания.

5. Определение уставок МТЗ и токовых отсеков



# Виды расчетов ТКЗ

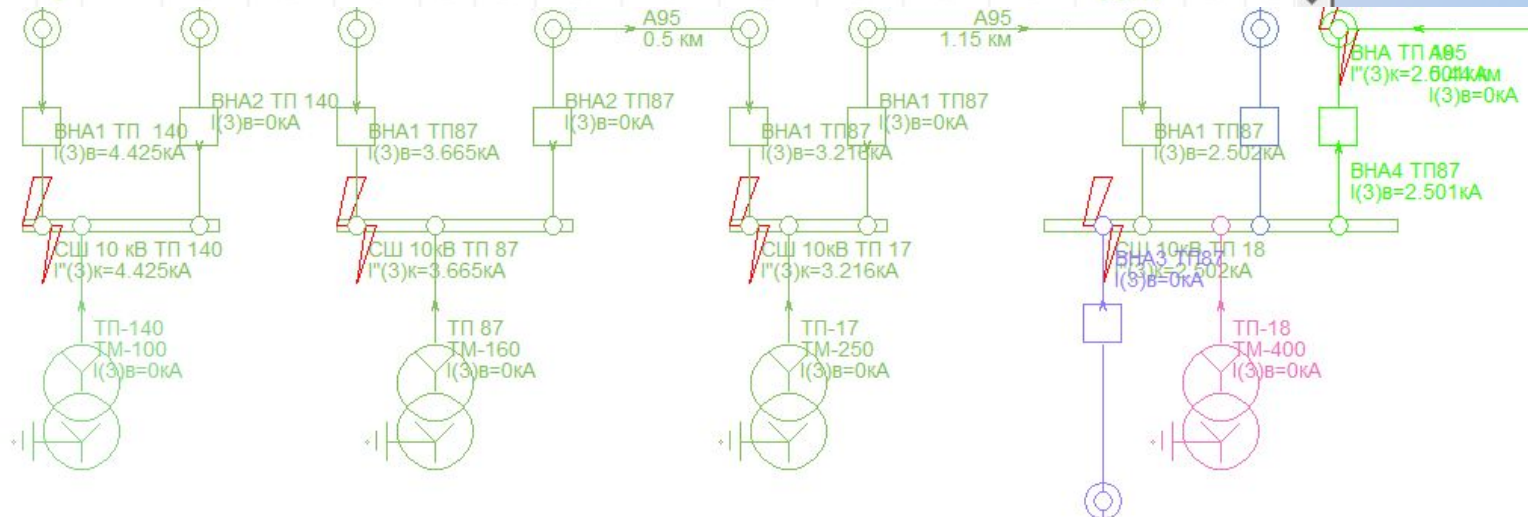
- Трехфазных коротких замыканий на единой модели.
- Двухфазных на землю.
- Однофазных на землю.
- Двухфазных КЗ без земли.
- *Расчет токов однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) в сетях с изолированной нейтралью по погонным значениям тока ОЗЗ или, как тройное значение тока нулевой последовательности при однофазном КЗ с учетом заземления нейтрали через комплексное сопротивление.*
- Расчет ударных токов, термически эквивалентных односекундных токов и термически эквивалентных токов КЗ для проверки по термическому и динамическому действию.
- Расчет токов, наведенных в грозозащитных тросах, при КЗ на опоре, а также расчете расчеткания токов по грозозащитным тросам при заземлениях на опорах



# Расчеты ТКЗ в узлах и ветвях

Токи по ветвям, примыкающим к узлам КЗ

Номер КЗ	Обозначение узла-ветви	Уном кВ	Iур кА	t/t2 с	I(3) кА	In(t) кА	iуд кА	ia(t) кА	Beta %	i(t) кА	B(t) кА^2*с	I1c(t) кА	Iтз кА	B(t2) кА^2*с	I1c(t2) кА	I(2) кА	I(11) кА	I(1) кА
K1	ТС Лабинск1	10		0.1/1	4.815	4.815	6.845	0	0	6.809	2.273	1.508	4.768	23.09	4.805	4.17	-	-
	1-2		0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0115	-	-
	1->		0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
	229-1		0		4.815	4.815	6.81	0	0	6.809	2.273	1.508	4.768	23.09	4.805	4.175	-	-
K2	СШ 10 кВ ТП 14	10		0.1/1	4.425	4.425	6.311	0	0	6.257	1.915	1.384	4.376	19.5	4.415	3.832	-	-
	4-т		0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
	4-6		0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0113	-	-
	3-4		0		4.425	4.424	6.257	0	0	6.256	1.914	1.384	4.375	19.49	4.415	3.837	-	-
K4	СШ 10кВ ТП 87	10		0.1/1	3.665	3.665	5.274	0	0	5.183	1.309	1.144	3.618	13.37	3.657	3.174	-	-
	12-т		0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
	12-14		0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0111	-	-



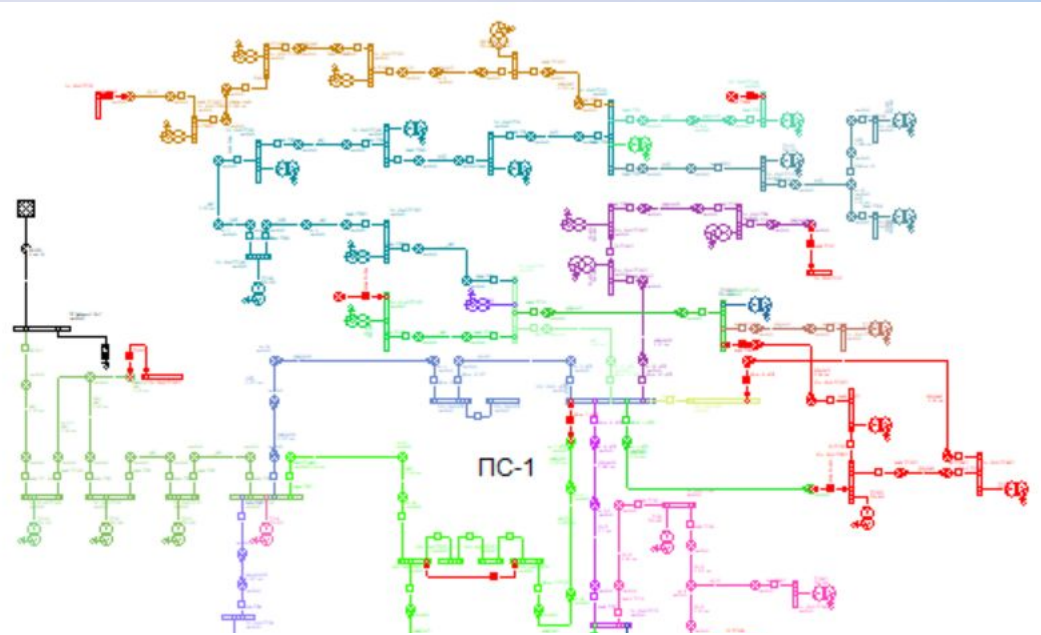
## Особенности расчета ТКЗ

- Учет точных значений коэффициентов трансформаторов, учет положений переключателей РПН и ПБВ, учет соответствующих изменений сопротивлений трансформаторов.
- Учет поперечных проводимостей.
- Расчет токов несимметричных коротких замыканий методом симметричных составляющих.
- Автоматическое составление схем прямой, обратной и нулевой последовательности на основе объектной расчетной схемы с учетом описаний коридоров параллельных ВЛ и режимов нейтрали трансформаторов.
- Автоматический расчет параметров схем замещения прямой обратной и нулевой последовательностей
- Учет реальных (по результатам УР) или ожидаемых (по номинальным токам и напряжениям) ЭДС источников подпитки
- Учет источников тока (например, при моделировании подпитки от ветрогенераторов, накопителей или солнечных батарей)

# Модель сети для расчета ТКЗ в распределительной сети

Расчет ТКЗ для распределительной сети по всем ТП. Точки КЗ на стороне ВН (здесь 10 кВ) и на стороне НН (0.4 кВ).

КЗ на стороне 0.4 кВ рассчитаны с учетом дуги. При КЗ на стороне 0.4 кВ выполнен расчет токов на в фидере 10 кВ

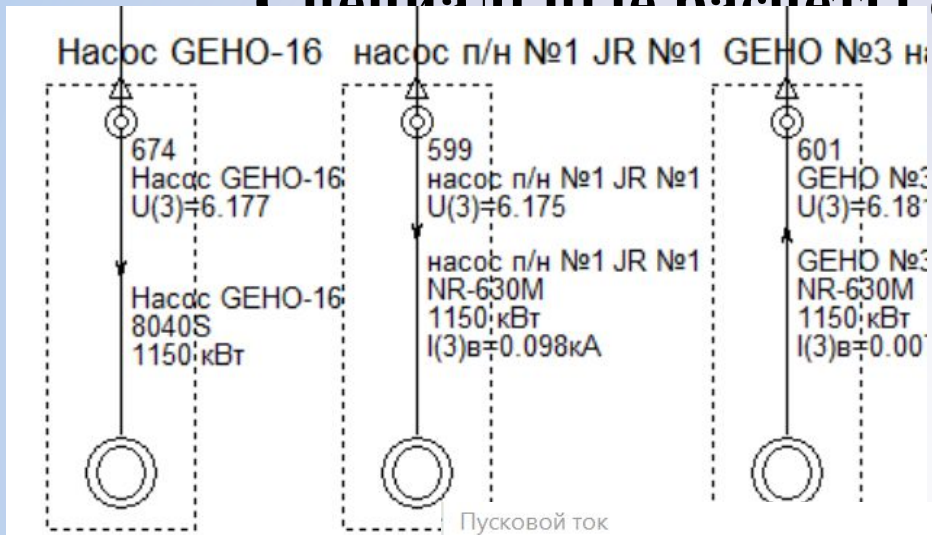


Токи КЗ для всех ТП

№	Номер узла ВН	Обозначение ТП	Фидер	ПС	Тип трансформатора	Sn кВА	UnВН кВ	UnНН кВ	Uк %	ПБВ	Группа	Ik 3ф ВН,кА	Ik 2ф ВН,кА	Ik 3ф НН,кА	Iв ВН 3ф НН,кА	Ik 2ф НН,кА	Iв ВН 2ф НН,кА	Ik 1ф НН,кА	Iв ВН 1ф НН,кА	Примечание
1	4	ТП-140	СШ 10 кВ ТП 140	ТМ-100	100	10	0.4	4.5	0	У/У0	4.425	3.832	3.135	0.1254	2.715	0.1086	0.8849	0.0354		
2	12	ТП 87	ВВ Л1-7	СШ 10кВ ТП 87	ТМ-160	160	10	0.4	4.5	0	У/У0	3.665	3.174	4.914	0.1966	4.256	0.1702	1.409	0.0564	
3	16	ТП-17	ВВ Л1-7	СШ 10кВ ТП 17	ТМ-250	250	10	0.4	4.5	0	У/У0	3.216	2.785	7.433	0.2973	6.437	0.2575	2.187	0.0875	
4	20	ТП-18	СШ 10кВ ТП 18	ТМ-400	400	10	0.4	4.5	0	У/У0	2.502	2.167	10.97	0.4388	9.5	0.38	3.437	0.1375		
5	36	ТП-99	ВНА3 ТП87	СШ 10кВ ТП 99	ТМ-400	400	10	0.4	4.5	0	У/У0	2.457	2.128	10.95	0.4378	9.479	0.3791	3.436	0.1374	
6	45	ТП 6П	ВНА4 ТП87	1СШ 10кВ ТП 6П	ТМ-320	320	10	0.4	5.5	0	У/У0	1.992	1.725	7.598	0.3039	6.58	0.2632	2.207	0.0883	
7	46	ТП-6П 2Т	ВНА4 ТП87	1СШ 10кВ ТП 6П	ТМ-400	400	10	0.4	4.5	0	У/У0	1.991	1.724	10.56	0.4224	9.145	0.3658	3.411	0.1364	
8	75	ТП 71	СШ 10кВ ТП 71	ТМ-400	400	10	0.4	4.5	0	У/У0	1.743	1.51	10.21	0.4086	8.846	0.3539	3.384	0.1354		
9	81	ТП 91	ВНА 1 ТП 71	СШ 10кВ ТП 91	ТМ-160	160	10	0.4	4.5	0	У/У0	1.622	1.404	4.606	0.1843	3.989	0.1596	1.389	0.0556	
10	86	ТП 49П	ВНА 1 ТП 71	СШ 10кВ ТП 49П	ТМ-160	160	10	0.4	4.5	0	У/У0	1.51	1.308	4.572	0.1829	3.959	0.1584	1.387	0.0555	
11	89	ТП 136	1 СШ 10кВ ТП 136	ТМ-400	400	10	0.4	4.5	0	У/У0	1.479	1.281	9.841	0.3937	8.523	0.3409	3.357	0.1343		
12	97	ТП 34П	СШ 10кВ ТП 34П	ТМ-630	630	10	0.4	4.5	0	У/У0	1.404	1.216	13.45	0.5379	11.65	0.4658	5.144	0.2058		



# Специальные расчеты связанные с ТКЗ

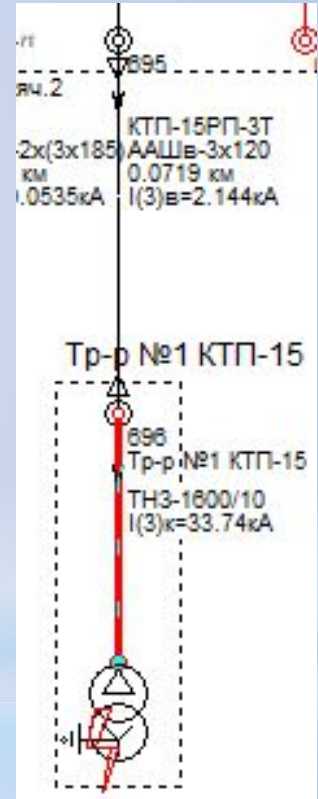


Расчет пускового тока одиночного двигателя а) и расчет ТКЗ на стороне НН КТП с учетом дуги б).

Пусковой ток

Правка Печать Применить	
1. Обозначение	Насос GEHO-16
2. Тип двигателя	8040S
3. Номинальное напряжение, кВ	6
4. Номинальная мощность, кВт	1150
5. Номинальный ток, А	147.1
6. Кратность пускового тока, о.е.	5
7. Номинальный пусковой ток, А	735.6
8. Расчетный пусковой ток, А	757.3
9. Напряжение при пуске, кВ	6.177
10. Напряжение при пуске, о.е.	1.029

а)



б)

# Модель сети для расчета и анализа ТКЗ в схеме ТЭС

СИМЭС 2.0.0.924 (Отладочная версия)

Файл Правка Схема Данные Карта Суперобъекты ТКЗ Фидеры Замеры Сервис Справочник Окна ?

\*Новая модель | \*ЛИПЕЦК | \*ГИС\_ПС2015-2016\_зима\_(2016-12-02\_1)+КЛ ВО-Крест | \*ТЭЦ-20

ТЭЦ-20

Узлы (исходные данные)	
Номер узла	1
Наименование	II ОСШ 220
Район	
СХН	Откл.
Уном, кВ	220
P нагр., МВт	
Q нагр., Мвар	
P ген., МВт	
Q ген., Мвар	
U , кВ	
Q min, Мвар	
Q max, Мвар	
Q max/min как f(P)	
КЗ	-
Код	
Имя узла начала	2 сек II СШ 220
Имя узла конца	2 сек I СШ 220
Терминал начала	
V, Н	
Вид	
В К	
Терминал конца	
Абонент	-
R, Ом	0
X, Ом	0
R0, Ом	0
X0, Ом	0
G мкСм	
B мкСм	
КТ'	
jКТ"	
Номер группы	0
Шунт 0 псл	-
Idоп1с, кА	
Место Idоп	Н
Период	0
Состояние	Суц

60% 5:0 Просмотр

Главная Выбран УЗЕЛ Узлов-108 Ветвей-137 Перерисовка модели

# Релейная защита

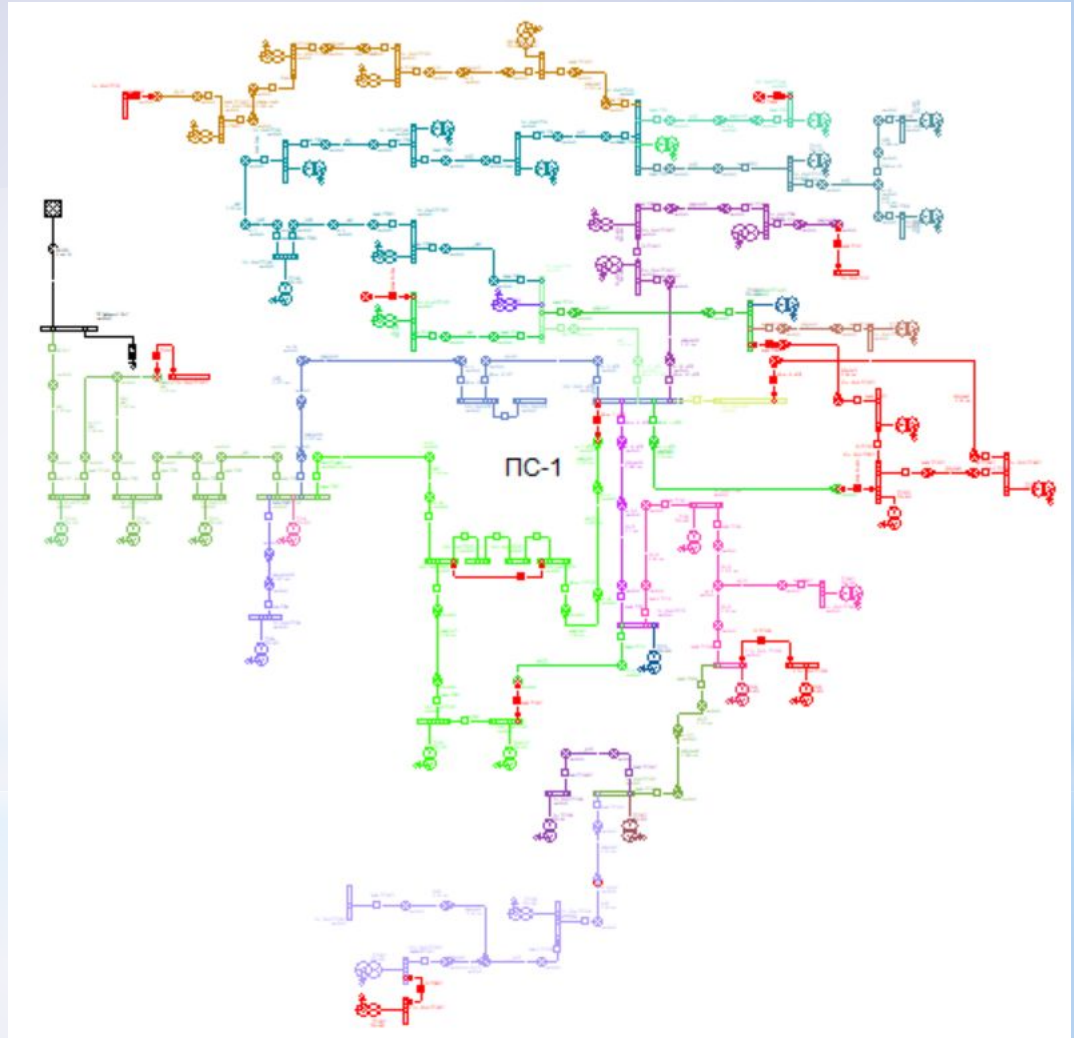
- Рассматриваются только фидеры 6-10 кВ
- Защита может быть выполнена на токовых реле, на реле типа РТ-80, терминалах Сириус 2Л, Seram и т.п.
- Выбор уставок производится для 3-х ступеней защиты: токовая отсечка без выдержки времени; токовая отсечка с выдержкой времени, МТЗ с обратной-зависимой или независимой характеристикой срабатывания.
- Кривая срабатывания может задаваться одной из формул, согласно МЭК или положениями точек на диаграмме в логарифмических осях Ток-Время.
- Для выбора уставок задается полный набор исходных данных. Вид защиты, коэффициенты возврата, надежности, запаса и т.п. Расчет получается прозрачный и проверяемый
- Оценка времени отключения защиты для КЗ в заданной точке.
- Расцветка схемы по времени отключения КЗ в зависимости



# Релейная защита, определение фидеров

Определение фидеров включает следующие операции

- Определяем центры питания – сборные шины от которых выходят фидеры
- Определяем главный центр питания.
- Запускаем процедуру выделения фидеров и центров питания.
- Проверяем правильность определения фидеров. Ошибка может быть по вине расчетчика, если коммутационные аппараты окажутся не в том состоянии.
- Выставляем максимальный режим сети выполняем расчет фиксируем.
- Выставляем минимальный режим сети выполняем расчет фиксируем.
- Модель готова для расчета уставок релейных защит



# Пофидерные таблицы

Схемные параметры фидеров

Номера узлов	Обозначения узлов	Обозначение фидера	Цвет	Статус	Уровень	Кол-во ветвей	Лвл км	Лкл км	Лвл (аб.) км	Лкл (аб.) км	Лвл (сумма) км	Лкл (сумма) км	Лвл+кл (сумма) км	Нтр	Стр кВА	Нтр (аб.)	Стр (аб.) кВА	Нтр (сумма)	Стр (сумма) кВА	Иозз ЦП, А	Иозз фид. А
1-2	ЭС Лабинск 1	ВВ Л1-7	■	OK	0	20	2.68	0	0	0	2.68	0	2.68	2	410	0	0	2	410	6.093	121.9
4-т	СШ 10 кВ ТП 14	ТП-140	■	OK	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100	0	0	1	100	6.093	0
20-т	СШ 10кВ ТП 18	ТП-18	■	OK	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	400	0	0	1	400	6.093	0
20-22	СШ 10кВ ТП 18	ВНА2 ТП87	■	OK	1	13	1.477	0.13	0	0	1.477	0.13	1.607	0	0	0	0	0	0	6.093	79.2
68-72	1СШ 10кВ ЦРП	ВВ ф.9 ЦРП1	■	OK	2	6	0.7	0.092	0	0	0.7	0.092	0.792	0	0	0	0	0	0	6.093	36.56
75-т	СШ 10кВ ТП 71	ТП 71	■	OK	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	400	0	0	1	400	6.093	0
75-77	СШ 10кВ ТП 71	ВНА3 ТП 71	■	OK	3	1	0.825	0	0	0	0.825	0	0.825	0	0	0	0	1	400	6.093	6.093
75-79	СШ 10кВ ТП 71	ВНА 1 ТП 71	■	OK	3	12	1.175	0	0	0	1.175	0	1.175	2	320	0	0	2	320	6.093	73.11
89-т	1 СШ 10кВ ТП	ТП 136	■	OK	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	400	0	0	1	400	6.093	0
89-94	1 СШ 10кВ ТП	ВНА2 ТП136	■	OK	4	6	0.25	0.385	0	0	0.25	0.385	0.635	0	0	0	0	0	0	6.093	36.56
97-т	СШ 10кВ ТП 34	ТП 34П	■	OK	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	630	0	0	1	630	6.093	0
97-99	СШ 10кВ ТП 34	ВНА2 ТП 34П	■	OK	5	3	0.06	0	0	0	0.06	0	0.06	1	63	0	0	1	63	6.093	18.28
97-103	СШ 10кВ ТП 34	ВНА3 ТП 34П	■	OK	5	12	0.71	0.35	0	0	0.71	0.35	1.06	2	560	0	0	2	560	6.093	73.11

Таблица параметров для выбора уставок

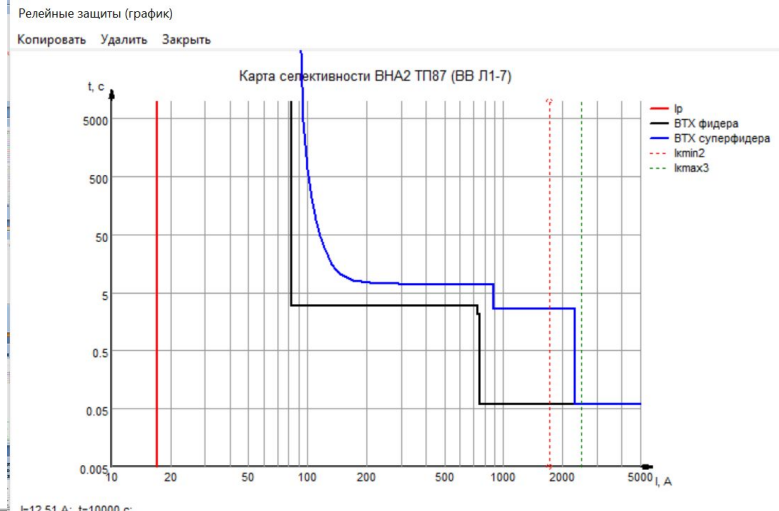
Номера узлов	Обозначение суперфидера	Обозначение фидера	Вид фидера	Кол-во Эл	Ко	Ip А	In А	Tп	Ксам	Кбр	И3max А	И2min А	И1min А	dT	Ином1 А	Ином2 А	Ксх	Тип	Кв мтз	Кн мтз	Имтз А	Имтз р А	Тмтз с	К4 мтз	Кв тов	Кн тов	Итов А	Итов р А	Ттов с	К4 тов	Кн то	Ито А	Ито р А	К4 то	Тыкл с	ВТХ
1-2	-	ВВ Л1-7	РП	56	1	20.27	-	-	2.5	5	4815	2172	1562	0.5	100	5	1		0.85	1.5	89.44	4.472	3.5	17.46	0.95	1.2	883.9	44.19	2.6	2.457	0.85	2307	115.4	0.9411	0.06	К
4-т	ВВ Л1-7	ТП-140	ТП	1	0.8	0.1501	-	-	2.5	5	4430	3837	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	0.6623	0.0331	1	1.51	-	-	-	-	-	-	0.85	2769	138.4	1.386	0.005	Нес
20-т	ВВ Л1-7	ТП-18	ТП	1	1	0.485	-	-	2.5	5	2507	2172	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	2.14	0.107	1	0.4674	-	-	-	-	-	-	0.85	1567	78.36	1.386	0.005	Нес
20-22	ВВ Л1-7	ВНА2 ТП87	РП	46	1	17.07	-	-	2.5	5	2507	1727	1503	0.5	100	5	1		0.85	1.5	75.33	3.766	3	19.95	0.95	1.2	736.6	36.83	2.1	2.345	0.85	759	37.95	2.276	0.06	Нес
68-72	ВНА2 ТП87	ВВ ф.9 ЦРП1	РП	12	1	4.213	-	-	2.5	5	1994	1514	1285	0.5	100	5	1		0.85	1.5	18.58	0.9292	2.5	69.15	0.95	1.2	1057	52.85	1.6	1.433	0.85	910.8	45.54	1.663	0.06	Нес
75-т	ВВ ф.9 ЦРП1	ТП 71	ТП	1	1	0.485	-	-	2.5	5	1749	1514	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	2.14	0.107	1	0.4674	-	-	-	-	-	-	0.85	1093	54.65	1.386	0.005	Нес
75-77	ВВ ф.9 ЦРП1	ВНА3 ТП 71	-	0	1	0	-	-	2.5	5	1749	1332	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	Нес
75-79	ВВ ф.9 ЦРП1	ВНА 1 ТП 71	РП	10	1	3.243	-	-	2.5	5	1749	1285	1220	0.5	100	5	1		0.85	1.5	14.31	0.7153	2	85.31	0.95	1.2	880.8	44.04	1.1	1.459	0.85	772.9	38.65	1.663	0.06	Нес
89-т	ВНА 1 ТП 71	ТП 136	ТП	1	1	0.485	-	-	2.5	5	1484	1285	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	2.14	0.107	1	0.4674	-	-	-	-	-	-	0.85	927.5	46.38	1.386	0.05	Нес
89-94	ВНА 1 ТП 71	ВНА2 ТП136	РП	8	1	2.273	-	-	1.5	5	1484	1220	1075	0.5	100	5	1		0.85	1.5	6.016	0.3008	1.5	178.7	0.95	1.2	57.55	2.877	0.6	21.21	0.85	734	36.7	1.663	0.06	Нил
97-т	ВНА2 ТП136	ТП 34П	ТП	1	1	0.7275	-	-	2.5	5	1409	1220	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	3.209	0.1605	1	0.3116	-	-	-	-	-	-	0.85	880.8	44.04	1.386	0.005	Нес
97-99	ВНА2 ТП136	ВНА2 ТП 34П	ТП	1	1	0.1018	-	-	2.5	5	1409	1208	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	0.4493	0.0225	1	2.226	-	-	-	-	-	-	0.85	47.95	2.398	25.19	0.06	Нес
97-103	ВНА2 ТП136	ВНА3 ТП 34П	ТП	2	1	0.7159	-	-	2.5	5	1409	1075	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	3.158	0.1579	1	0.3166	-	-	-	-	-	-	0.85	352.8	17.64	3.047	0.06	Нес
68-119	ВНА2 ТП87	ВВ ф.15 ЦРП1	ТП	3	1	0.8949	-	-	2.5	5	1994	1555	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	3.948	0.1974	1	0.2533	-	-	-	-	-	-	0.85	468.6	23.43	3.318	0.06	Нес
68-126	ВНА2 ТП87	ВВ ф.1 ЦРП1	-	0	1	0	-	-	2.5	5	1994	1707	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06	Нес
68-142	ВНА2 ТП87	ВВ ф.17 ЦРП1	РП	28	1	7.754	-	-	2.5	5	1994	1593	1335	0.5	100	5	1		0.85	1.5	34.21	1.71	2.5	39.01	0.95	1.2	813.8	38.69	1.6	2.448	0.85	903.7	45.18	1.663	0.06	Нес
144-т	ВВ ф.17 ЦРП1	ТП 22	ТП	1	1	0.485	-	-	2.5	5	1735	1503	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	2.14	0.107	1	0.4674	-	-	-	-	-	-	0.85	1084	54.22	1.386	0.005	Нес
144-146	ВВ ф.17 ЦРП1	ВНА2 ТП 22	ТП	1	1	0.7275	-	-	2.5	5	1735	1381	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	3.209	0.1605	1	0.3116	-	-	-	-	-	-	0.85	106.5	5.327	12.96	0.06	Нес
144-151	ВВ ф.17 ЦРП1	ВНА3 ТП 22	РП	4	1	1.617	-	-	2.5	5	1735	1448	1438	0.5	100	5	1		0.85	1.5	7.132	0.3566	1.5	201.6	0.95	1.2	511.5	25.58	0.6	2.831	0.85	871	43.55	1.663	0.06	Нес
154-т	ВНА3 ТП 22	ТП 112П	ТП	1	1	0.8083	-	-	2.5	5	1672	1448	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	3.566	0.1783	1	0.2804	-	-	-	-	-	-	0.85	1045	52.26	1.386	0.005	Нес
154-156	ВНА3 ТП 22	ВНА2 ТП 112П	ТП	1	1	0.8083	-	-	2.5	5	1672	1438	1	0.5	100	5	1		0.85	1.5	3.566	0.1783	1	0.2804	-	-	-	-	-	-	0.85	426.3	21.31	3.374	0.06	Нес

Верхняя таблица – схемные параметры фидеров, а нижняя - Параметры для выбора уставок РЗ. Таблица работает, как электронная таблица, изменение независимых параметров ведет к изменению зависимых. Кроме того? обе таблицы синхронизированы со схемой. Выделяя объект в таблице –видим его на схеме и наоборот.

# Таблица уставок релейных защит

Релейные защиты

Номера узлов	Обозначения узлов	Обозначение фидера	Вид фидера	Ином1 А	Ином2 А	Имтз А	Имтз р А	Тмтз с	Игов А	Игов р А	Ттов с	Ито А	Ито р А	Твыкл с	ВТХ	Селективность	Пере-счёт	Заметки
1-2	ПС Лабинск1 Л	ВВ Л1-7	РП	100	5	89.44	4.472	3.5	883.9	44.19	2.6	2307	115.4	0.06	К		✓	
4-т	СШ 10 кВ ТП 14	ТП-140	ТП	100	5	0.6623	0.0331	1	-	-	-	2769	138.4	0.005	Нes		✓	
20-т	СШ 10кВ ТП 18	ТП-18	ТП	100	5	2.14	0.107	1	-	-	-	1567	78.36	0.005	Нes		✓	
20-22	СШ 10кВ ТП 18	ВНА2 ТП87	РП	100	5	75.33	3.766	3	736.6	36.83	2.1	759	37.95	0.06	Нes		✓	
68-72	1СШ 10кВ ЦРП	ВВ ф.9 ЦРП1	РП	100	5	18.58	0.9292	2.5	1057	52.85	1.6	810.8	45.54	0.06	Нes		✓	
75-т	СШ 10кВ ТП 71	ТП 71	ТП	100	5	2.14	0.107	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75-77	СШ 10кВ ТП 71	ВНА3 ТП 71	-	100	5	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75-79	СШ 10кВ ТП 71	ВНА 1 ТП 71	РП	100	5	14.31	0.7153	2	880.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89-т	1 СШ 10кВ ТП	ТП 136	ТП	100	5	2.14	0.107	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89-94	1 СШ 10кВ ТП	ВНА2 ТП136	РП	100	5	6.016	0.3008	1.5	57.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97-т	СШ 10кВ ТП 34	ТП 34П	ТП	100	5	3.209	0.1605	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97-99	СШ 10кВ ТП 34	ВНА2 ТП 34П	ТП	100	5	0.4493	0.0225	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97-103	СШ 10кВ ТП 34	ВНА3 ТП 34П	ТП	100	5	3.158	0.1579	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68-119	1СШ 10кВ ЦРП	ВВ ф.15 ЦРП1	ТП	100	5	3.948	0.1974	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68-126	1СШ 10кВ ЦРП	ВВ ф.1 ЦРП1	-	100	5	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68-142	1СШ 10кВ ЦРП	ВВ ф.17 ЦРП1	РП	100	5	34.21	1.71	2.5	613.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144-т	СШ 10кВ ТП22	ТП 22	ТП	100	5	2.14	0.107	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144-146	СШ 10кВ ТП22	ВНА2 ТП 22	ТП	100	5	3.209	0.1605	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144-151	СШ 10кВ ТП22	ВНА3 ТП 22	РП	100	5	7.132	0.3566	1.5	511.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
154-т	СШ 10кВ ТП 11	ТП 112П	ТП	100	5	3.566	0.1783	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



В этой таблице только сами значения уставок, которые можно изменять и сразу определить эффект от изменения. Для любой защиты можно получить карту селективности, кликнув по соответствующему полю. Карта селективности пока строится так: кривая основной защиты - черной линией и кривая резервирующей ее защитой синей. Для любой защиты можно написать заметку, которая отразится не только в таблице, но и на карте селективности

# Релейная защита фидеров.

## Задание уставок и время-токовой характеристики

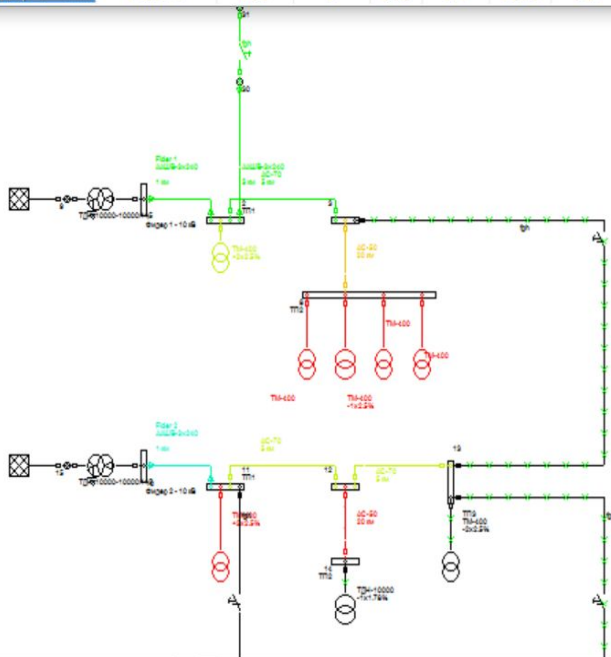
СИМЭС 1.0.0.1246 (Тестовая версия) - C:\Work\СИМЭС\TestFider x 4 - detected\_TKZ.ENR

Файл Правка Схема Данные ТКЗ Фидеры Замеры Сервис Справочник Окна ?

TestFider x 4 - detected\_TKZ

Релейная защита фидеров

Номера узлов	Обозначения фидера	Обозначение фидера	Ином1ПТ А	Ином2ПТ А	луст А	Туст с	lotc(t) А	Тотс(t) с	lotc А	Твыкл с	ВТХ
1:3-2:1	Фидер 1 - 10 к	Fider 1	630	5	300	0.414	3000	0.4	6000	0.05	
10:3-11:1	Фидер 2 - 10 к	Fider 2	630	5	350	0.4	3000	0.39	5500	0.06	
16:3-17:1	Фидер 3 - 10 к	Fider 3	630	5	300	2.22	3000	0.395	5800	0.04	
22:3-23:1	Фидер 4 - 10 к	Fider 4	630	5	340	6.1	3000	0.3	6000	0.055	



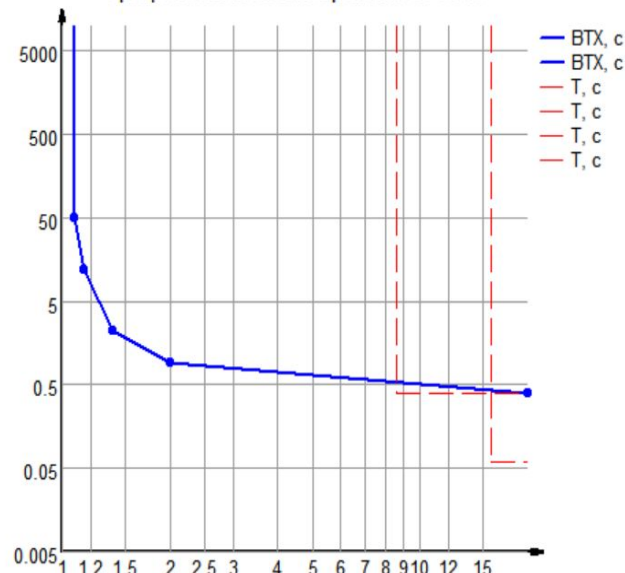
Цвета

T(2) с	Цвет
0.1	Blue
0.2	Light Blue
0.4	Light Green
0.8	Green
1.6	Yellow
3.2	Orange
6.4	Red
>6.4	Dark Red

Релейная защита фидеров

Копировать Удалить ВТХ Таблица Закреть

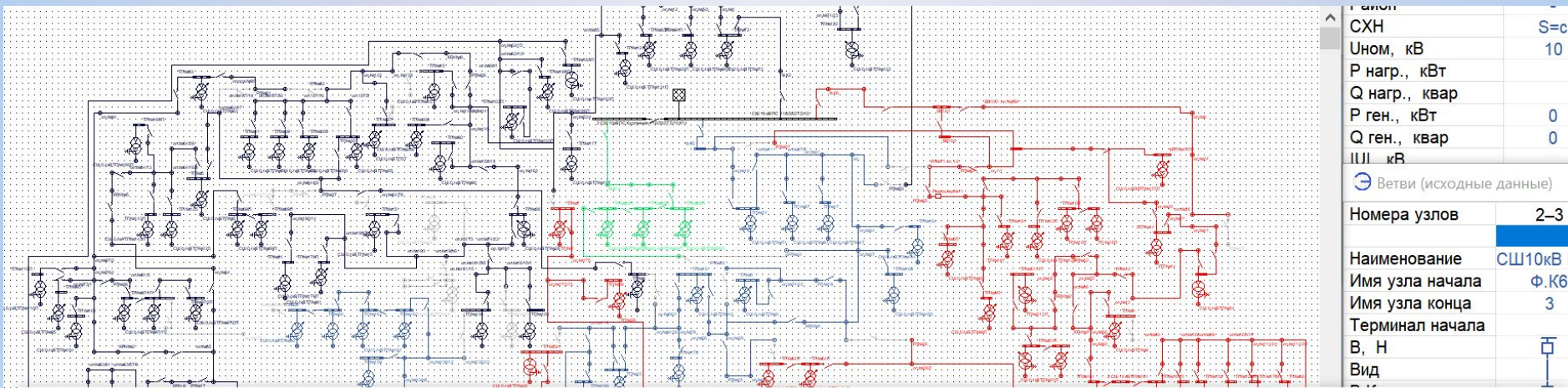
График зависимости времени от тока



$I^* = 1.11$ ;  $t = 0.00592$  с;

В мкСМ	-144
Кт	
Угол Кт°	
Номер группы	0
Шунт 0 псл	-
Идоп1с, кА	
Период	3
Состояние	Всст

# Схема распределительной сети, раскрытая по фидерам и расчет ТКЗ на ВН и НН всех ТП фидеров с указанием времени отключения или невозможности отключения



СХН	S=c
Уном, кВ	10
P нагр., кВт	
Q нагр., квар	
P ген., кВт	0
Q ген., квар	0
U/I, кВ	
Ветви (исходные данные)	
Номера узлов	2-3
Наименование	СШ10кВ К
Имя узла начала	Ф.К6
Имя узла конца	3
Терминал начала	
В, Н	
Вид	

Таблица расчёта ТКЗ по ТП

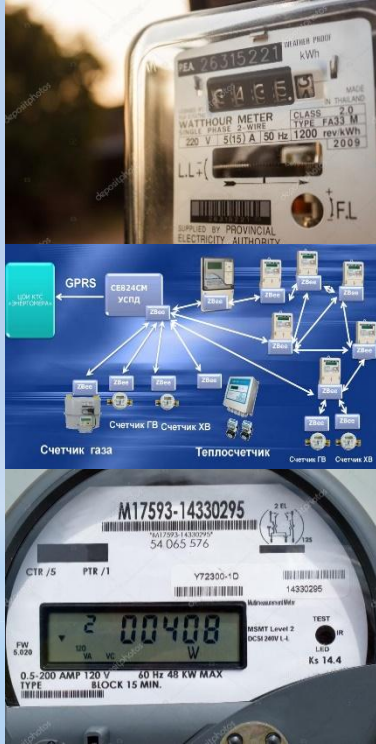
Правка Печать Закрыть

Секция ЦП	Фидер	Узел ВН	Трансформатор/ТП	Сном кВА	Uвн кВ	Uнн кВ	Диапазон	№ анцапфы	Кт	IкВН 2ф., кА	Тоткл с	IкНН 2ф., кА	IвВН при 2ф.КЗ на НН	Тоткл с	IкНН 1ф., кА	IвВН при (1) КЗ на НН	Тоткл с
262	K2	ТП№63	Т ТП№63	250	10	0.4	±2*2.5%	0	0.04	1.52	0.2	6.16	0.246	н/о	2.25	0.06	н/о
268	K2	ТП№89П	Т2 ТП№89П	250	10	0.4	±2*2.5%	0	0.04	1.49	0.2	6.15	0.246	н/о	2.25	0.06	н/о
266	K2	ТП№89П	Т1 ТП№89П	250	10	0.4	±2*2.5%	0	0.04	1.49	0.2	6.15	0.246	н/о	2.25	0.06	н/о
348	K2	ТП№124П	Т ТП№124П	100	10	0.4	±2*2.5%	0	0.04	4.38	0.2	2.83	0.113	н/о	0.925	0.0247	н/о
352	K2	ТП№122	Т ТП№122	250	10	0.4	±2*2.5%	0	0.04	4.62	0.2	6.83	0.273	н/о	2.3	0.0613	н/о
389	K8	ТП№181	Т ТП№181	63	10	0.4	±2*2.5%	0	0.04	5.84	0.2	1.81	0.0723	н/о	0.585	0.0156	н/о
386	K8	ТП№8П	Т ТП№8П	400	10	0.4	±2*2.5%	0	0.04	3.57	0.2	10.3	0.412	н/о	3.63	0.0968	н/о
392	K8	ТП№9П	Т ТП№9П	400	10	0.4	±2*2.5%	0	0.04	3.07	0.2	10.13	0.405	н/о	3.62	0.0965	н/о
414	K8	ТП №12П	Т ТП№12П	250	10	0.4	±2*2.5%	0	0.04	4.24	0.2	6.8	0.272	н/о	2.3	0.0612	н/о
417	K8	ТП№10П	Т1 ТП№10П	160	10	0.4	±2*2.5%	0	0.04	3.21	0.2	4.39	0.176	н/о	1.47	0.0393	н/о



# Расчет потерь электроэнергии

1. Приказ по Минэнерго РФ № 326
2. СТО 34.01-5-005-2017 Управление потерями электрической энергии в электросетевом комплексе ПАО «Россети»
3. Расчет технических потерь по величине отпуска электрической энергии для сети в целом и для ее подразделений.
4. Расчет технологических потерь с учетом оборудования и средств измерения.
5. Расчет норматива потерь по прогнозу отпуска электроэнергии.



Расчеты выполняются на основе графиков электропотребления, в том числе на основе данных, полученных из SCADA и АИСКУЭ

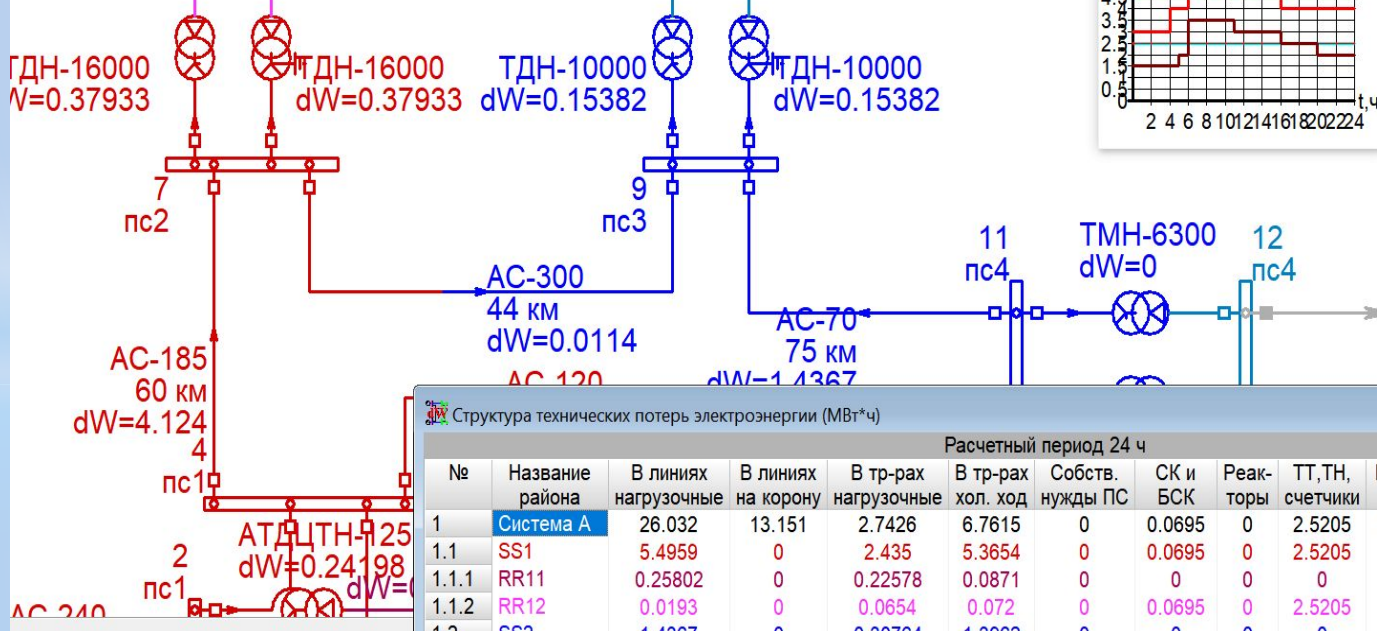
# Потери ЭЭ на схеме и в таблицах

Баланс электроэнергии по районам

Расчетный период 24 ч							
№	Название района	Отпуск в сеть МВт*ч	Полезный отпуск МВт*ч	dWсум МВт*ч	dWнаг МВт*ч	dWпост МВт*ч	dWсум %
1	Система А	6986.7	6931.7	54.976	28.775	26.201	0.78687
1.1	SS1	1399.6	1383.7	15.886	7.9309	7.9554	1.1351
1.1.1	RR11	50.251	49.68	0.57088	0.48381	0.0871	1.1361
1.1.2	RR12	376.76	374.02	2.7467	0.0847	2.662	0.72903
1.2	SS2	147.14	144	3.1405	1.7444	1.3962	2.1344
1.2.1	RR21	144	144	0	0	0	0



Номер узла	103
Узел подключения	пс3
Обозначение	
Район	RR2
Включено	Вкл
СХН	
Un, кВ	10
Pн, МВт	6
Qн, Мвар	3
I, А	387
cosФ	0.894
tgФ	0.5
Период №	0
Состояние	Сул
Коэфф. роста	
Фиксир. замер	
График нагрузки	
Wa, МВт*ч	
Wp, Мвар*ч	
Имя узла начала	пс3
Имя узла конца	



Структура технических потерь электроэнергии (МВт\*ч)

Расчетный период 24 ч												
№	Название района	В линиях нагрузочные	В линиях на корону	В тр-рах нагрузочные	В тр-рах хол. ход	Собств. нужды ПС	СК и БСК	Реакторы	ТТ, ТН, счетчики	Прочие	Суммарные потери	В том чис. в сети НН
1	Система А	26.032	13.151	2.7426	6.7615	0	0.0695	0	2.5205	3.6986	54.976	0
1.1	SS1	5.4959	0	2.435	5.3654	0	0.0695	0	2.5205	0	15.886	0
1.1.1	RR11	0.25802	0	0.22578	0.0871	0	0	0	0	0	0.57088	0
1.1.2	RR12	0.0193	0	0.0654	0.072	0	0.0695	0	2.5205	0	2.7467	0
1.2	SS2	1.4367	0	0.20784	1.3962	0	0	0	0	0	3.1405	0

# Расчет технико-экономических показателей



Для собранной схемы при проектировании может быть выполнен ряд технико-экономических расчетов:

1. Расчеты объемов работ по укрупненным показателям стоимости оборудования.
2. Расчеты дисконтированных затрат на вариант развития электрической сети с учетом стоимости потерь.
3. Расчеты приведенных затрат по укрупненным показателям с учетом динамики изменения цен на электроэнергию и оборудования.

# Совместимость данных модели с другими программами и сохранение наработки моделей



## СИМЭС поддерживает ряд форматов данных для передачи модели:

- Формат ЦДУ. В этом формате беспроблемный обмен данными с РастрВин.
- Формат CIM XML в соответствии с IEC 61970
- Выполнялась интеграция с PSSE Sincal от Siemens.
- Предусмотрена возможность экспорта полной модели в XML с отражением внутренней структуры таблиц программы.
- Любая таблица может быть экспортирована из программы в любой документ через файл обмена или через буфер обмена.
- Таблицы с исходными данными, допускают импорт данных из внешних источников.
- При любом способе передачи данных для идентификации используется не порядковый

# Оцифровка графической схемы модели с использованием функции «Калька».

EnergyCS TK3 3.5.0.442

Файл Правка Схема Данные Результаты Фидеры Сервис Справочник Окна ?

Главная

110кВ  
35кВ  
AC-120/19  
12,7  
110кВ

6кВ  
35кВ  
Орлово

2x20  
35кВ  
Полевая

6кВ

Ремм

5  
6кВ  
Смолино

11  
10

10-11

Узел начала 10  
Узел конца 11  
В, Н  
Вид  
В, К  
R, Ом  
X, Ом  
R0, Ом  
X0, Ом  
G мкСм  
B мкСм  
Kт  
Угол, Кг°  
Номер группы 0  
Шунт 0 псл  
Iдоп1с, кА

115% 51:22 Редактирование Подсхема 1/1

Узлов-10 Ветвей-9 Исходные данные

# Экспорт табличных результатов установленного режима в программе в MS Word или MS Excel

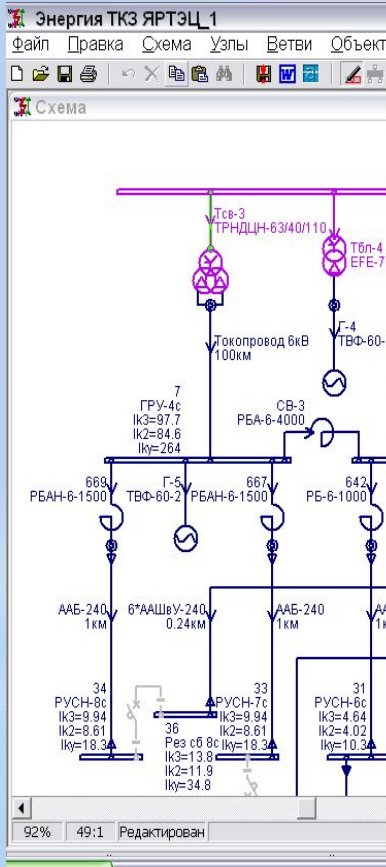
The image displays a software interface with a table of results on the left and an Excel spreadsheet on the right. The table contains data for various components, including their names, types, and calculated values. The Excel spreadsheet shows the same data exported into a structured format with columns for component names and various numerical parameters.

№	Наименование	Up	Rn, Pv	Qn, Qv	Pg
1	пса	230	0	0	
2	пс1		8.6	-114	
36	36		8.6	-114	
2	пс1	203	0	0	
36	36		0.00018	0	
39	39фт		12.87	-114	0.0
1	пса		-12.87	114	
4	пс1	92.6	20	10	
7	пс2		-1.71	2.17	0.00
11	пс4		-0.378	2.76	0.00
39	39фт		11.04	2.53	0.00
40	40фт		11.04	2.53	0.00
5	пс1	6.3	0	0	50
15			-1.43	-0.644	0.0
38	38		-0.000397	-0.00333	
39	39фт		-24.3	69.7	0.0
40	40фт		-24.3	69.7	0.0
7	пс2	92.6	0	0	
8	пс2		-1.01	-0.566	0.00
8	пс2		-1.01	-0.566	0.00
9	пс3		0.313	1.87	0.00
4	пс1		1.71	-0.743	0.00
8	пс2	8.79	0	0	
7	пс2		1	0.5	0.00
7	пс2		1	0.5	0.00
9	пс3	93.1	0	0	
10	пс3		-0.00994	0.0308	
10	пс3		-0.00994	0.0308	

№	Наименование	Up	Rn, Pv	Qn, Qv	Pg	dPv	dQv	Qc	Iv	Ks
1	пса	230	0	0						
-			-17.21	228					574	...
2	пс1		8.6	-114	4.26	14.82	-14.78		287	0.474
36	36		8.6	-114	4.26	14.82	-14.78		287	0.474
2	пс1	203	0	0						
7	пс2		0.00018	0	0	0	0	0.000529		...
39	39фт		12.87	-114	0.0776	15.39	0.487		326	1.04
1	пса		-12.87	114	4.26	14.82	-14.78		326	0.474
4	пс1	93	20	10						
7	пс2		-1.71	2.17	0.00572	0.0144	-1.44		17.25	0.0332
11	пс4		-0.378	2.76	0.00814	0.0138	-2.09		17.35	0.0445
39	39фт		11.04	2.53	0.00102	-0.00879	0		70.7	0.118
40	40фт		11.04	2.53	0.00102	-0.00879	0		70.7	0.118
5	пс1	6.3	0	0	50	-139	6.3	-260	260	
-			0	0	0	0	0	0	0	...
15	15		-1.43	-0.644	0.0761	0.0443	-0.000745		143	0.667
38	38		-0.000397	-0.00333	0	0	0.00333		0.308	0.0133
39	39фт		-24.3	69.7	0.231	25.9	0		6762	0.0986
40	40фт		-24.3	69.7	0.231	25.9	0		6762	0.0986
7	пс2	93	0	0						
8	пс2		-1.01	-0.566	0.00117	0.0205	0.0455		7.21	0.144
8	пс2		-1.01	-0.566	0.00117	0.0205	0.0455		7.21	0.144
9	пс3		0.313	1.87	0.00251	0.00425	-1.02		11.83	0.0303
4	пс1		1.71	-0.743	0.00572	0.0144	-1.44		11.59	0.0332
8	пс2	8.8	0	0						
-			-2	-1	0	0	0		147	...
7	пс2		1	0.5	0.00117	0.0205	0.0455		73.4	0.144

# Документирование схемы с результатами в AutoCAD, BricsCAD или NanoCAD



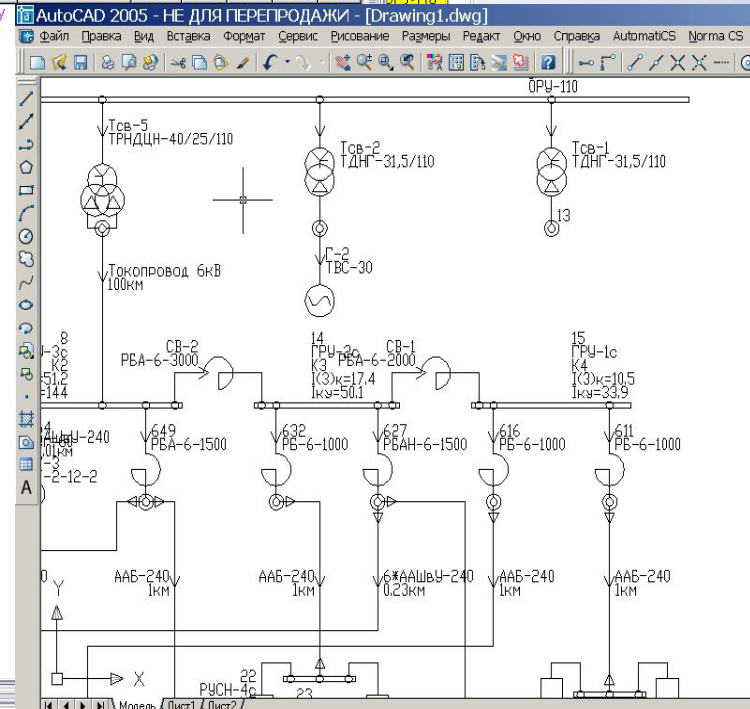
Энергия ТКЗ ЯРТЭЦ\_1

Файл Правка Схема Узлы Ветви Объекты Фидеры Районы Сервис Справочник Окна ?

Схема

Узлы. Токи КЗ и емкостные токи

Номер узла	Наименование	СХН	Принадлежность	Уном кВ	Ik3 кА	Ik2 кА	Иуд А	Ипз А
1	ОРУ-110	БУ						
2	Г-6							
3	3фт							
4								
5	5фт							
6								
7	ГРУ-4с							
8	ГРУ-3с							
9	Г-4							
11	Г-2							
13								
14	ГРУ-2с							
15	ГРУ-1с							
16	РУСН-1с							
17	РУСН-2с							
18	Раб сб 1с							
19	Рез сб 1с							
20	ГРУ-1с 611							
21	РУСН-3с							
22	РУСН-4с							
23	Раб сб 3с							
24	Рез сб 3с							
25	ГРУ-2с 632							
26	ГРУ-2с 627							
27	РУСН-5с							
28	Рез сб 3-4-5							
29	РУСН-3с 649							
30	ГРУ-1с 616							
31	РУСН-6с							
32	ГРУ-3с 642							



Номер КЗ	Обозначение узла-ветви	Уном кВ	Ik3 кА	Иуд кА	Ia(0.1с) кА	Ik(0.1с) кА
K1	ГРУ-4с	6	67.5	186	28.8	€
	ГРУ-4с -> ГРУ-3с		12.7	88.2	5.43	1
	ГРУ-4с -> ГРУ-4с 689		3.41	18.3	1.46	€
	ГРУ-4с -> 63		11.5	94.6	21.4	€
4 -> ГРУ-4с		40.3	110	11	€	
K2	ГРУ-3с	6	51.2	144	33.7	€
	ГРУ-3с -> РУСН-3с 649		4.32	17.9	2.82	€
	ГРУ-3с -> 64		13.4	111	26.9	€
	6 -> ГРУ-3с		19	51.9	6.52	€
ГРУ-4с -> ГРУ-3с		15.7	64.7	10.2	1	
K3	РУСН-4с	6	3.7	21.2	0.0566	€
	Раб сб 3с -> РУСН-4с		3.7	25.8	0.0778	€
K4	РУСН-6с	6	4.3	21.6	0.0314	€
	ГРУ-3с 642 -> РУСН-6с		4.3	27.5	0.0461	€
K5	РУСН-8с	6	20.7	54	0.966	1
	Рез сб 8с -> РУСН-8с		12.5	54.4	0.615	1
	ГРУ-4с 689 -> РУСН-8с		8.33	36.3	0.41	€
K6	Рез сб 8с	6	20.7	54.1	0.953	1
	Рез сб 8с -> РУСН-8с		8.3	34.6	0.426	€
	Рез сб 8с -> 62		1.36	9.95	0.0174	€
РУСН-3с 649 -> Рез сб 8с		11.2	46.7	0.574	1	

223.6681, 223.7107, 0.0000    ШАГ СЕТКА ОРТО ОТС-ПОЛЯРЯ ПРИВЯЗКА ОТС-ОБЪЕКТА ВЕС МОДЕЛЬ

# Эффекты от внедрения СИМЭС

1. Наблюдаемость и моделируемость режимов работы сети. Проверки по потерям напряжения и степени загрузки оборудования.
2. Оценка режима по географическому району с возможностью моделирования ситуаций с погасанием районов для разработки мероприятий по недопущения таких ситуаций и оценкой ущерба от аварии.
3. Использование в качестве электронной оперативной схемы с отображением состояний коммутационных аппаратов и возможностью анализа режимов. С возможностью синхронизации модели с данными SCADA и АИСКУЭ.
4. Моделирование коротких замыканий с оценкой стойкости оборудования.
5. Оценки величины потерь электроэнергии на основании расчетов с использованием графиков электропотребления, в том числе и с получением графиков из АИСКУЭ.
6. Моделирование релейных защит для распределительных сетей с возможностью расчета уставок МТЗ и токовых отсечек.
7. Проектирование развития электрических сетей.



## Перспективные задачи развития ПО

1. Расчет механической части ВЛ. Ограничений режимов с учетом ограничений пересечений. Проектирование проектирование ВОЛС с подвеской на опорах ВЛ разных классов напряжения. Планирование трасс ВОЛС по совокупности существующих ВЛ.
2. Моделирование низковольтной распределительной сети с выбором уставок защит и отображением сетей на карте. Расчеты с несимметричной нагрузкой фаз и с учетом особенностей низковольтных сетей.
3. Электромеханические переходные процессы.
4. Расчеты структурной надежности электрической сети.
5. Моделирование релейных защит (с использованием механизма плагинов для большинства видов релейных защит)
6. Паспортизация оборудования электрической сети или интеграция с готовым комплексом паспортизации.
7. Другие задачи...

**Спасибо за внимание**

Ильичев Николай Борисович,  
г. Иваново, ООО ЭСЛ  
[ilichevnb@rambler.ru](mailto:ilichevnb@rambler.ru)  
Тел: +7(906) 617 10 71