



**ЭнергоРазвитие**  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР



**Сетевая  
Компания**

**Комплексный аналитический подход  
при формировании  
программ внедрения систем  
автоматизации  
в электрических сетях 6-20 кВ**



1. Сбор исходных данных
2. Построение математической модели существующей электрической сети 6-10 кВ в ПК PSS Sincal
3. Проведение комплексных расчетов. Выявление «узких» мест электрической сети
4. Разработка технических мероприятий и определение технико-экономического эффекта внедрения системы автоматизации
5. Разработка Технического Задания к проектным и строительно-монтажным работам
6. Формирование инвестиционной программы
7. Реализация проекта «под ключ»



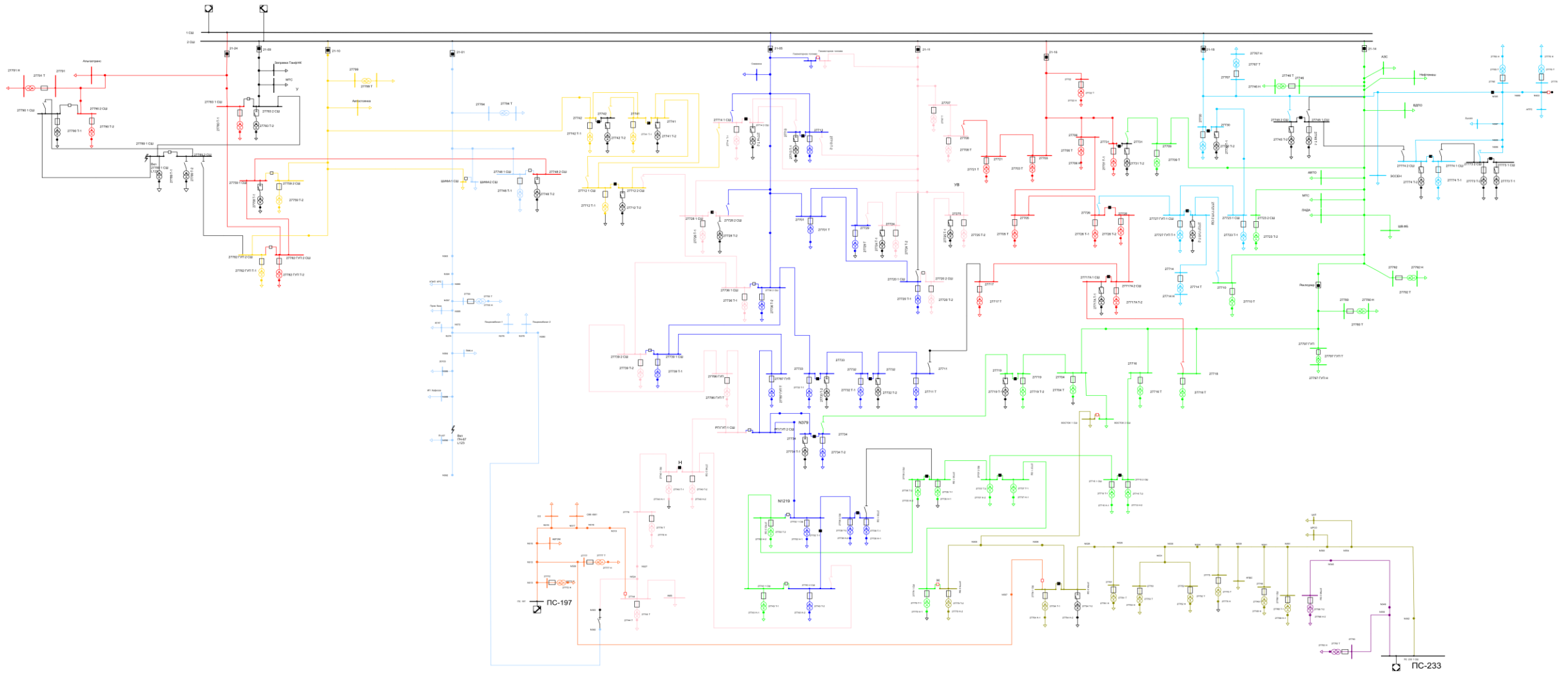
## Автоматизация построения программ модернизации электрических сетей

1. Отрисовка однолинейной электрической схемы сети с применением технологий машинного зрения
2. Заполнение параметров схемы на основании предоставленных Заказчиком исходных данных (табличный вид, инвентарные ведомости, выгрузки из специализированных программных комплексов, к примеру ПК «Пирамида»)
3. Проведение первичных расчетов режимов работы с целью верификации «цифрового» двойника электрической сети
4. Проведение комплексных расчетов (токов КЗ, показателей надежности, селективности устройств РЗА)
5. Формирование итогового отчета с указанием потенциально «узких» участков сети, а также сравнение вариантов модернизации
6. Согласование «лучшего» варианта модернизации с учетом имеющихся ресурсов
7. Формирование инвестиционной программы, технического задания на проектирование, реализация проекта.

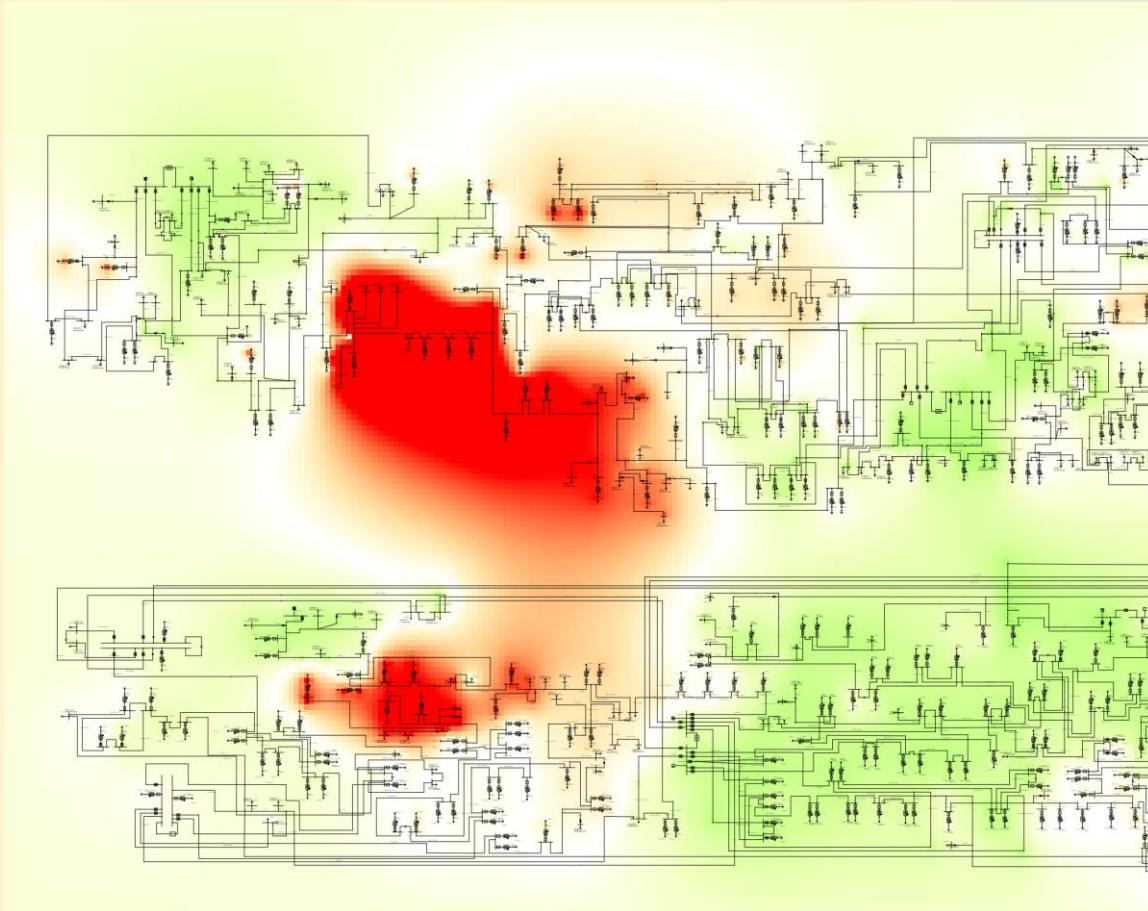




# Результат отрисовки математической модели 6 кВ

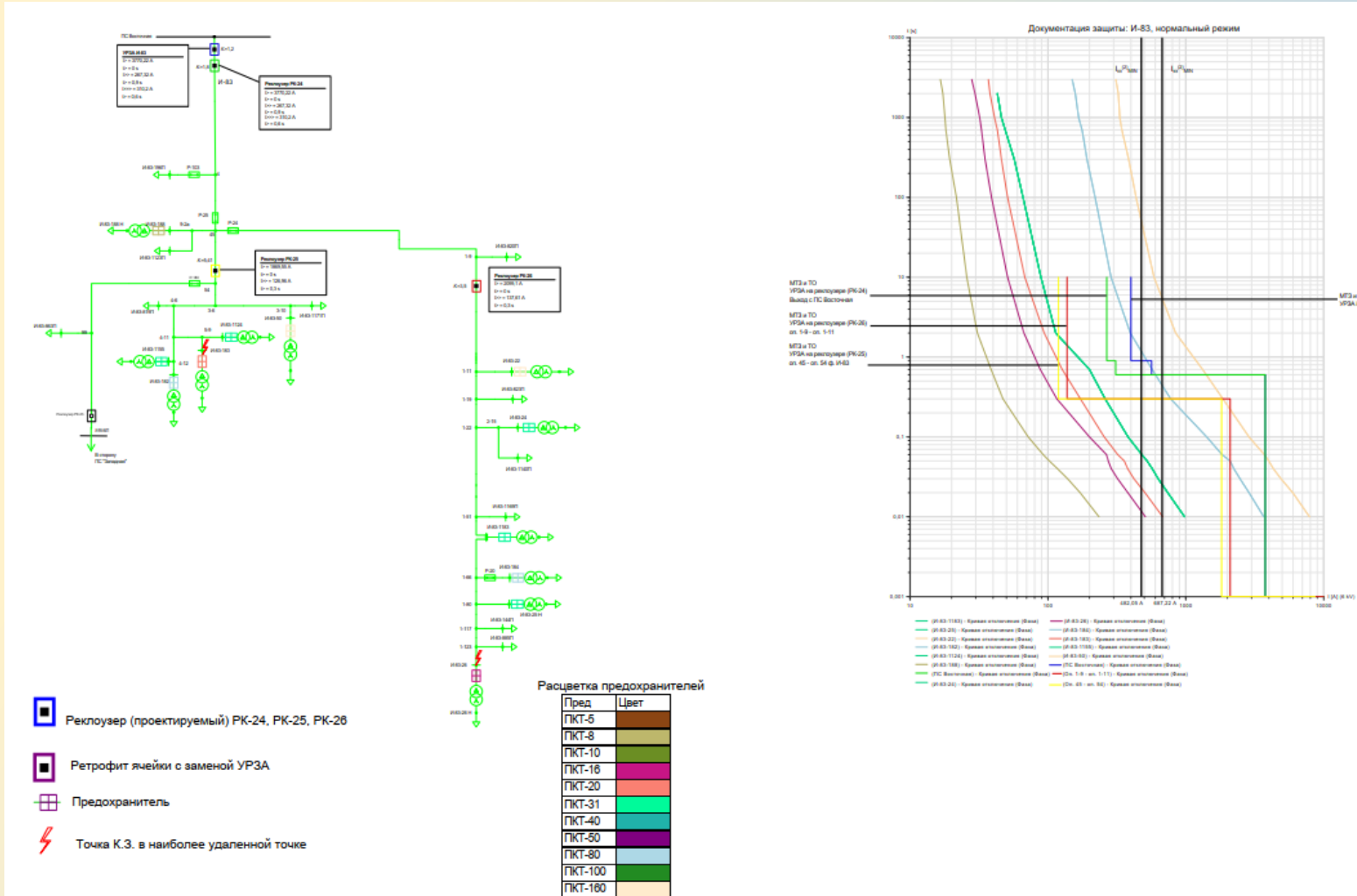






## Выявление «узких» мест электрической сети

- отклонение параметров режима сети, качества электроснабжения от регламентируемых значений
- контроль отключающей способности силовых выключателей
- проверка оборудования по току термической стойкости (силового, коммутационного, вторичного)
- отклонения показателей надежности от плановых значений
- проверка селективности устройств релейной защиты и автоматики с использованием время-токовых характеристик установленного оборудования







## Настройки

Метод расчета КЗ: SC3  
 Дистанционные: 10,00 %  
 Фаза повреждения: L123  
 Дополнительные данные: (Нет)  
 Район проверки: Выделенные  
 Тип расширенной проверки: Нет

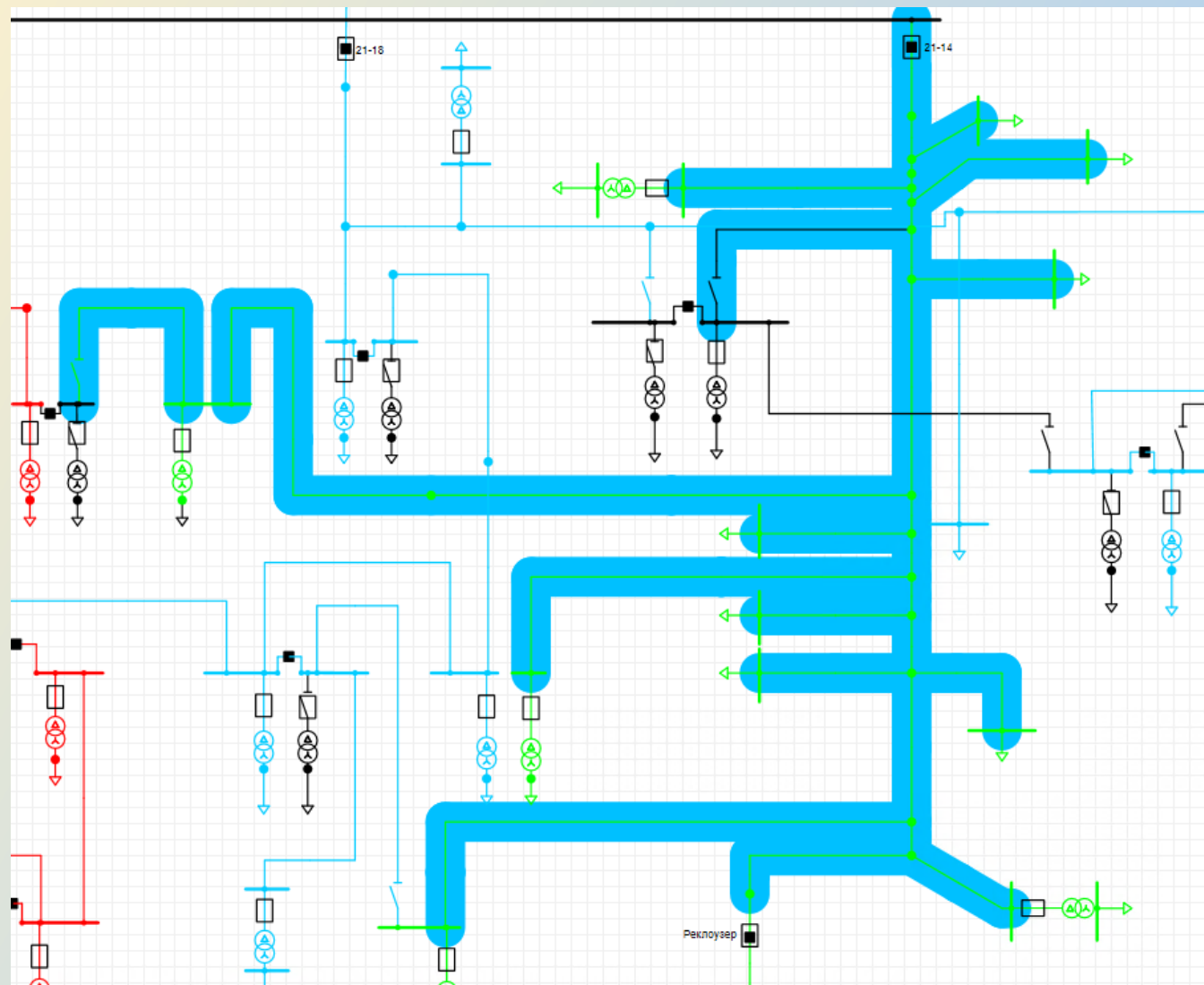
Обратные трассы: Нет  
 Отказы: Нет  
 Повреждения шин: Нет  
 Дифференциальные: Нет  
 Защита по частоте: Нет  
 Стоп на трансформаторе: Нет

## Результаты

Опции

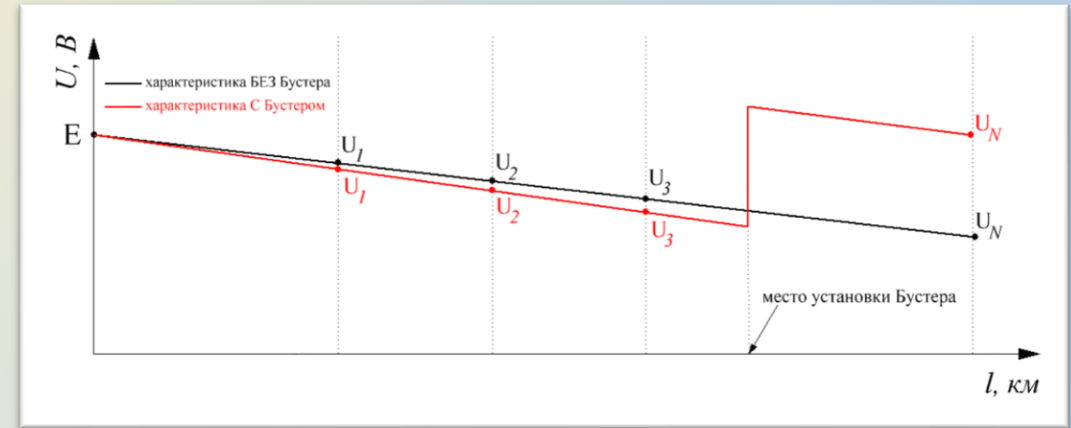
15 Трассы, 15 Селективность, 0 Не ликвидировано, 0 Отказы, 0 Излишние, 0 Невозможность расчета.

Зоны	Начало	Конец	1 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	99 %
Зона 1	N230/2T218	N232/2T218	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
Зона 2	N3/L263	N230/L221	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N101/L227	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N244/L229	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N246/L231	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N251/L235	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N306/L238	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N259/L242	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N233/L220	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N265/L248	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N365/L350	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N270/L251	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N273/L254	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N280/L260	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Зона 2	N3/L263	N102/L264	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53



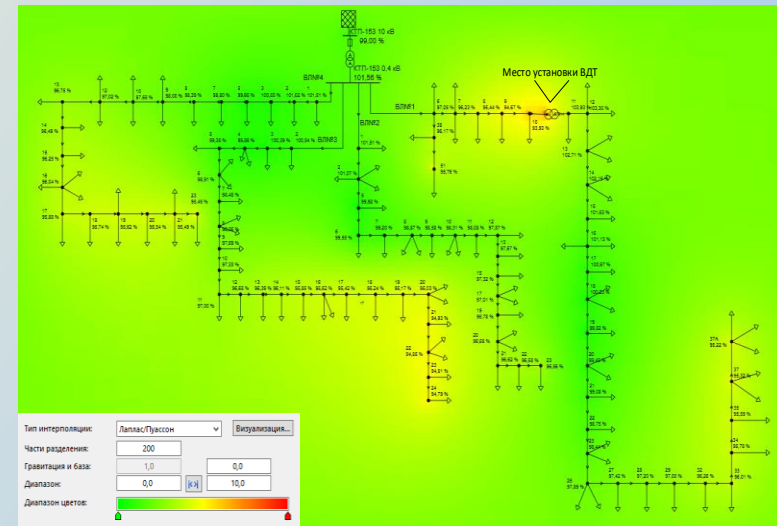


# Моделирование вольтодобавочного трансформатора



## Результаты моделирования:

- 1) Расчёт отклонения напряжения на наиболее удаленном узле;
- 2) Расчёт суммарных потерь электроэнергии;
- 3) Расчет стоимости модернизации.



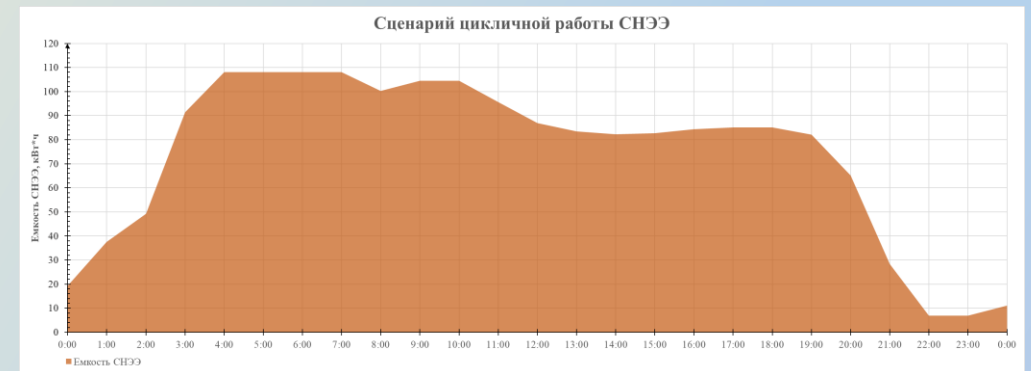
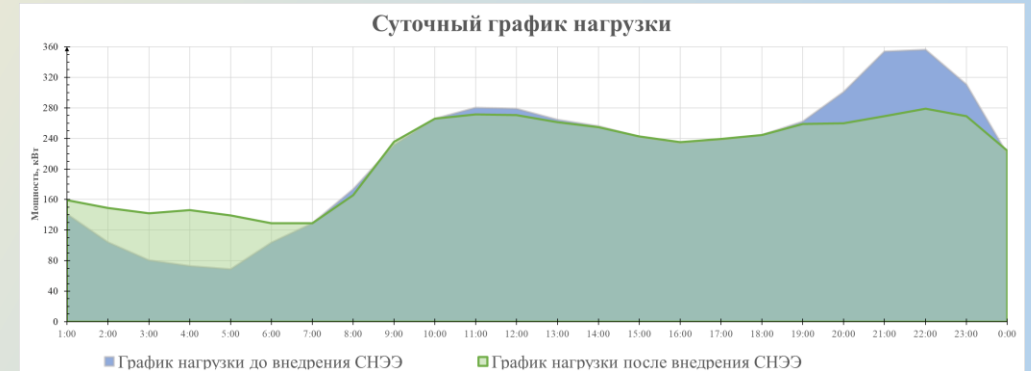


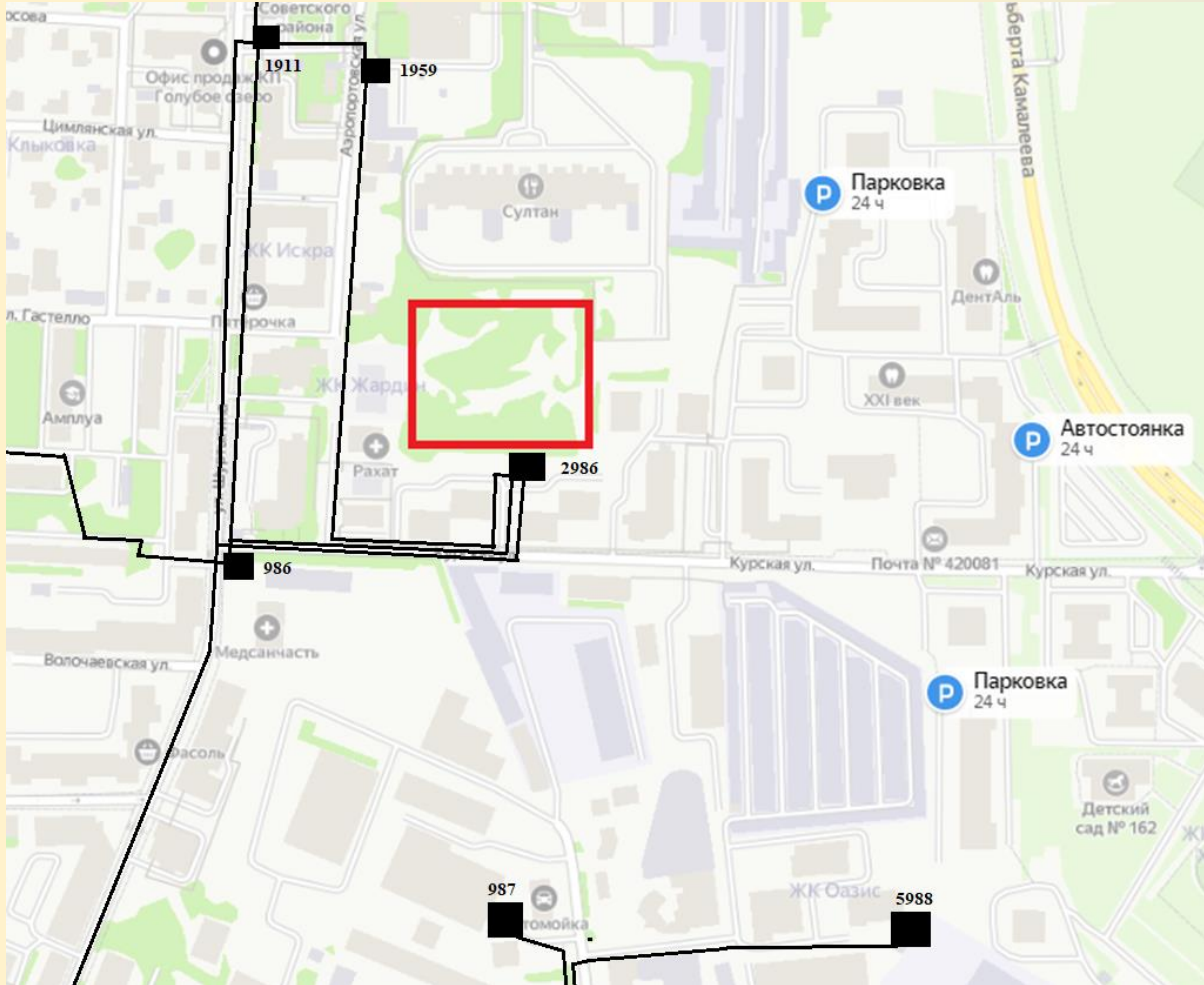
# Моделирование систем накопления электрической энергии



## Результаты моделирования:

- 1) Разработка оптимального сценария работы СНЭЭ;
- 2) Расчёт эффективности внедрения СНЭЭ;
- 3) Расчет стоимости модернизации.





Карта местности с расположением ТП

- Объект - Жилой дом с автостоянкой и ИТП;
- Запрашиваемая мощность - 893,39 кВт;
- Категория надежности электроснабжения – II;
- Расположение участка - Советский район г. Казани, ул. Патриса Лумумбы.



# Формирование схем электроснабжения с «ЧИСТОГО» ЛИСТА

## 1 ЭТАП

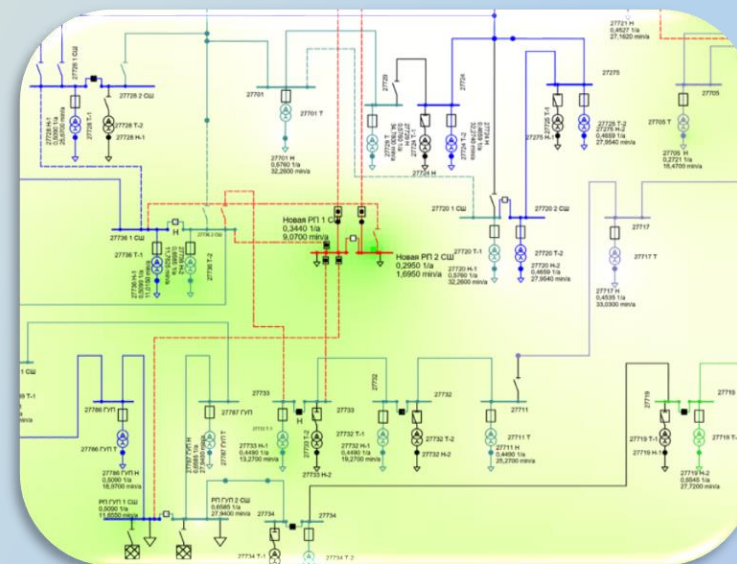
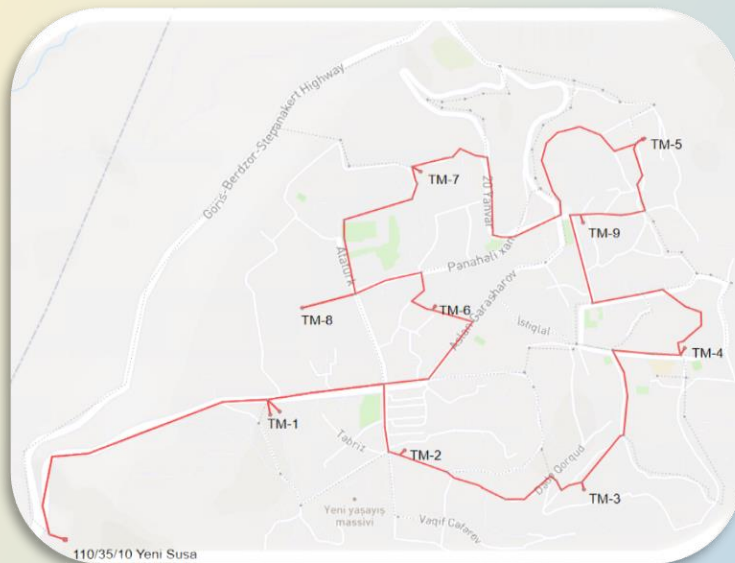
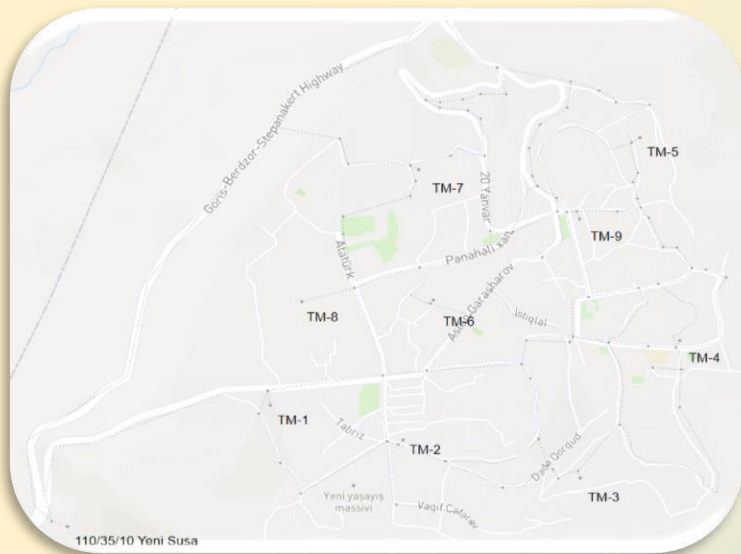
Расстановка центров питания и построение кабельных трасс в программном комплексе

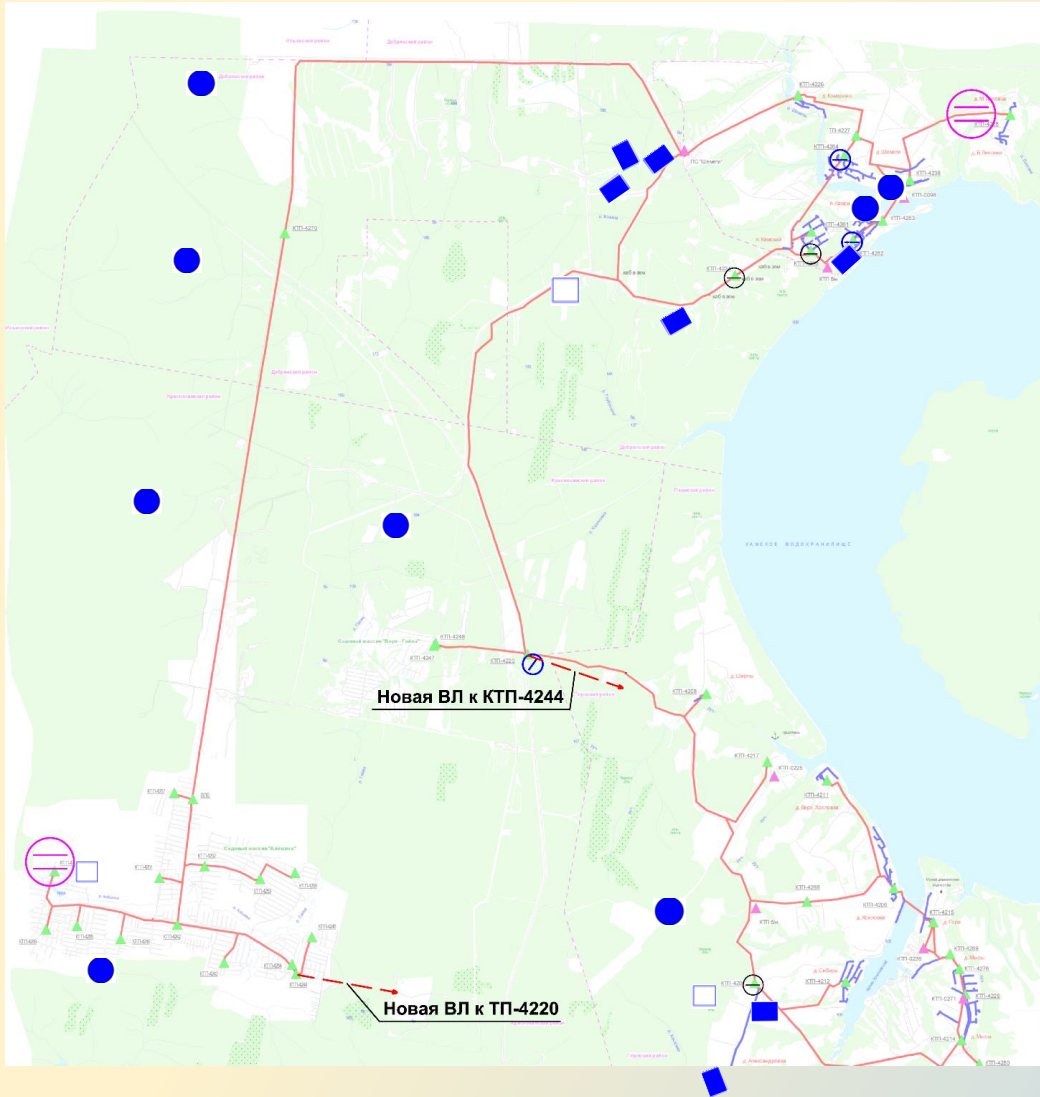
## 2 ЭТАП








Выбор оптимальной схемы электроснабжения

## 3 ЭТАП

Создание однолинейной схемы электроснабжения и проведение комплексных расчетов





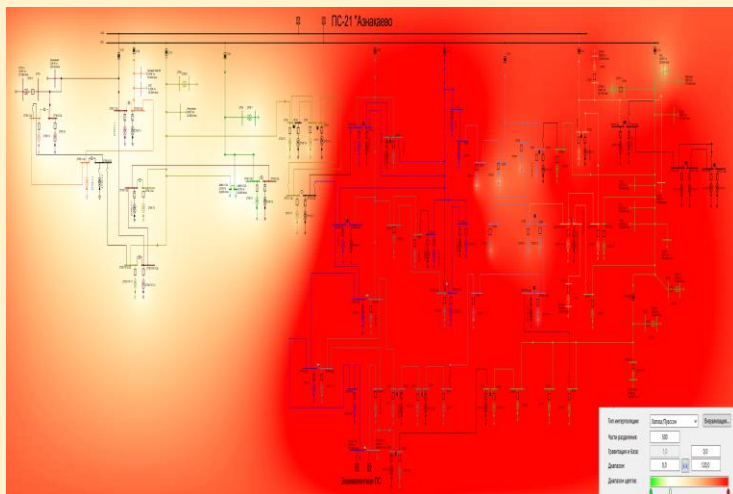
-  СТАТКОМ
-  Существующий потокораздел
-  Новый потокораздел
-  Новая линия
-  ИКЗ
-  Существующий реклоузер
-  Реклоузер

## Мероприятия:

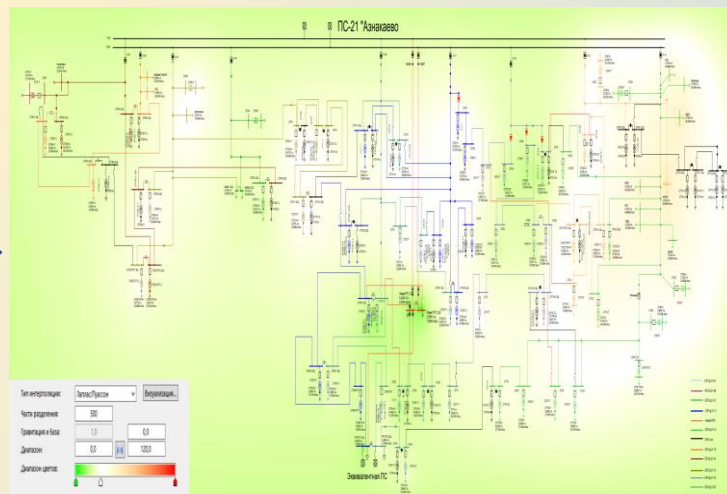
- Строительство новой ВЛ
- Реконструкция ТП с преобразованием в узловую
- Установка СТАТКОМов (250 и 350 кВар) для повышения уровней напряжения
- Перенос потокоразделов с целью оптимизации потерь



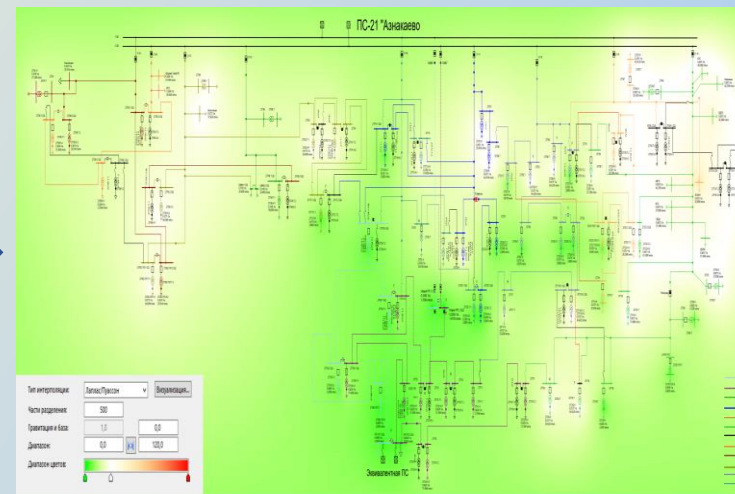
# Расчет показателей надежности (SAIDI, SAIFI)



Состояние сети до модернизации



Минимальная модернизация



Оптимальная модернизация

Управление	Нет
Наблюдение	Нет
SAIDI [min/a]	117,5
SAIFI [1/a]	0,6
Количество РП/ТП	119

Управление	15
Наблюдение	6
SAIDI [min/a]	36,16
SAIFI [1/a]	0,49
Автоматизация, %	17,64

Управление	20
Наблюдение	6
SAIDI [min/a]	28,18
SAIFI [1/a]	0,42
Автоматизация, %	30,94



# Автоматизация рабочих процессов в PSS Sincal

Программа формирования отчета в PSS Sincal с учетом перспективного роста нагрузок

Программа расчета тока ОЗЗ в PSS Sincal

Программа автоматического построения топологии электрической сети в PSS Sincal





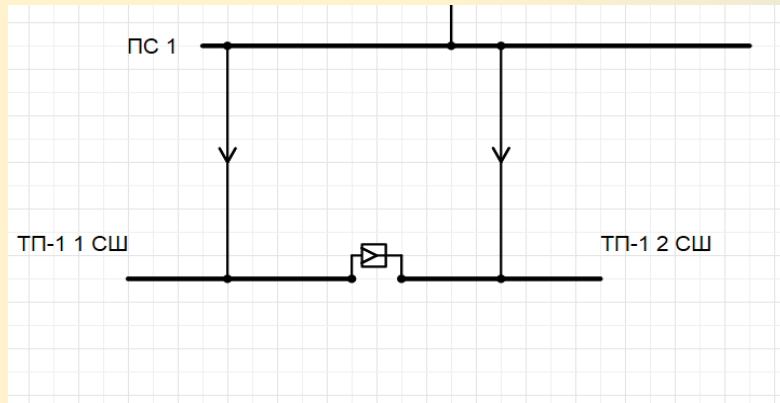


# Автоматизация рабочих процессов в PSS Sincal

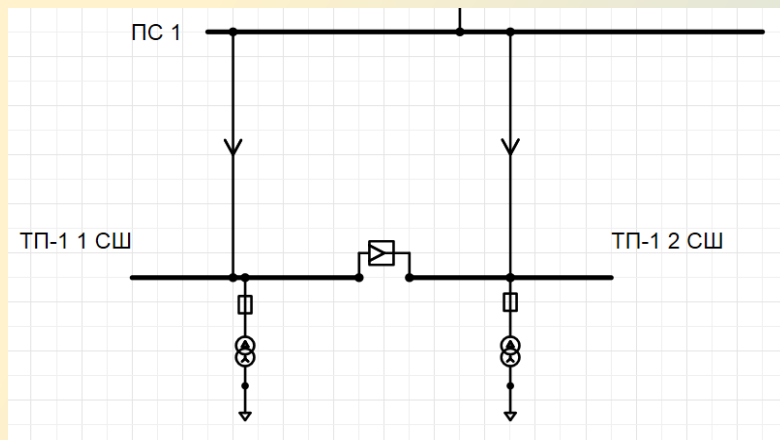
## Построение элементов схемы электроснабжения

Автоматизирует построение топологии сети, также сразу загружает их параметры исходя из исходных данных сети. Сокращает время построения схемы на 30%, исключает ошибки в построении схемы, вызванные человеческим фактором

До:



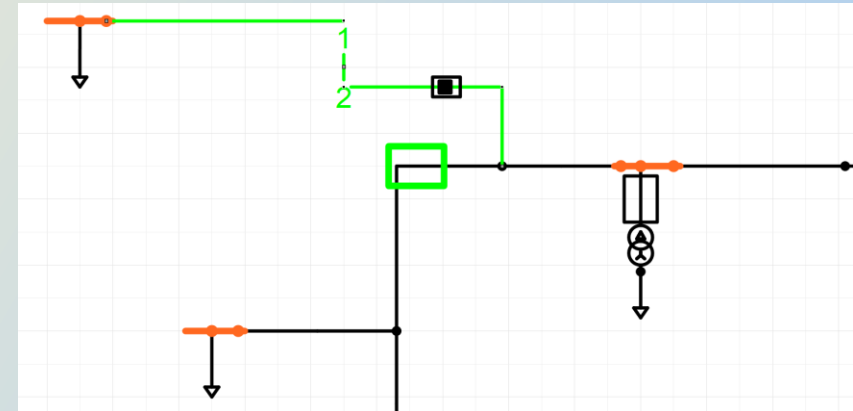
После:



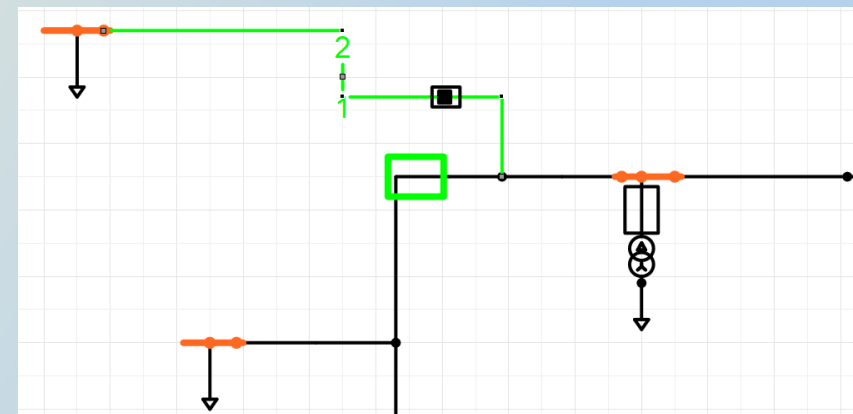
## Корректировка направления элементов схемы электроснабжения

Выполняет автоматическую корректировку направления элементов схемы электроснабжения в случае их неверной установки. Сокращает время проверки схемы, исключает ошибки вызванные человеческим фактором

До:



После:





## Подсчет устройств защиты по цветам на схеме электроснабжения

Вычисляет количество устройств защит по каждому виду и записывает результат по фидерам или по подстанциям.

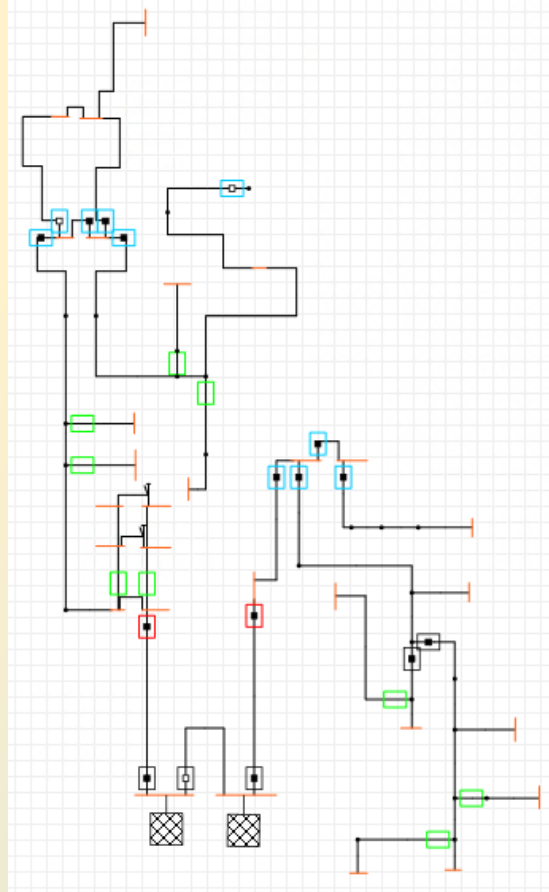
Сокращает время сбора данных для формирования отчета, исключает ошибки вызванные человеческим фактором

Количество устройств защит по фидерам:

Цвет	ПС 1 ф.3	ПС 1 ф.4
Зеленый	6	3
Красный	1	1
Синий	7	7

Количество устройств защит по подстанциям:

1
9
2
14



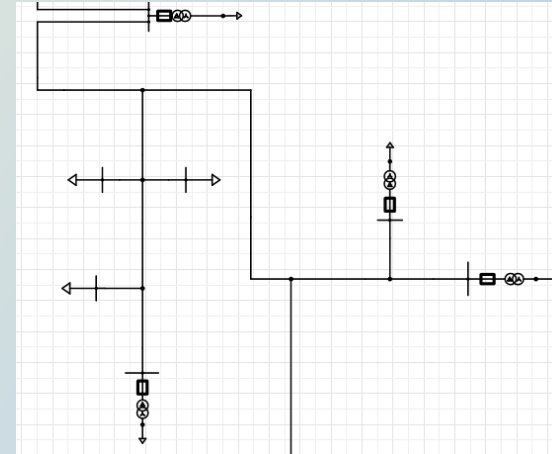
## Автоматизация рабочих процессов в PSS Sincal

### Отображение схемы замещения по исходной схеме электроснабжения

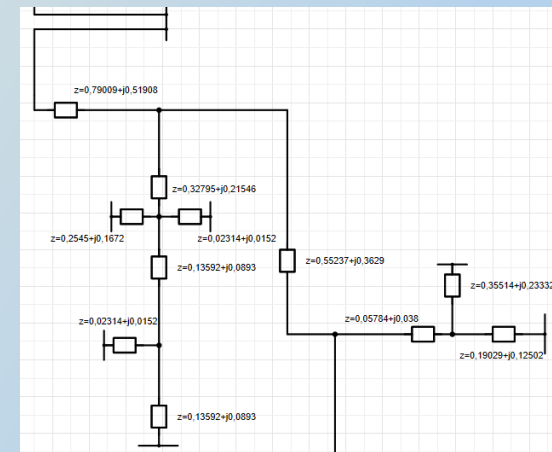
Позволяет автоматически построить схему замещения, заменяя элементы исходной схемы на элементы сопротивления

Автоматизирует процессы создания схемы замещения и расчета параметров сети

До:



После:





# Автоматизация рабочих процессов в PSS Sincal

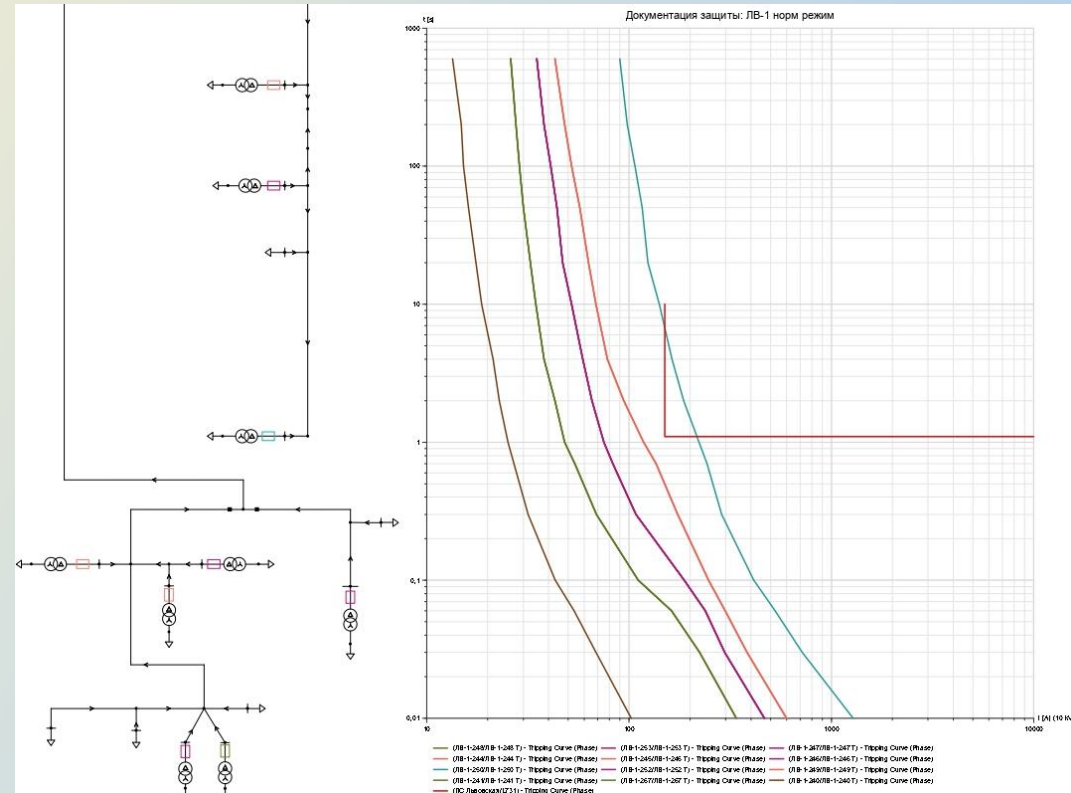
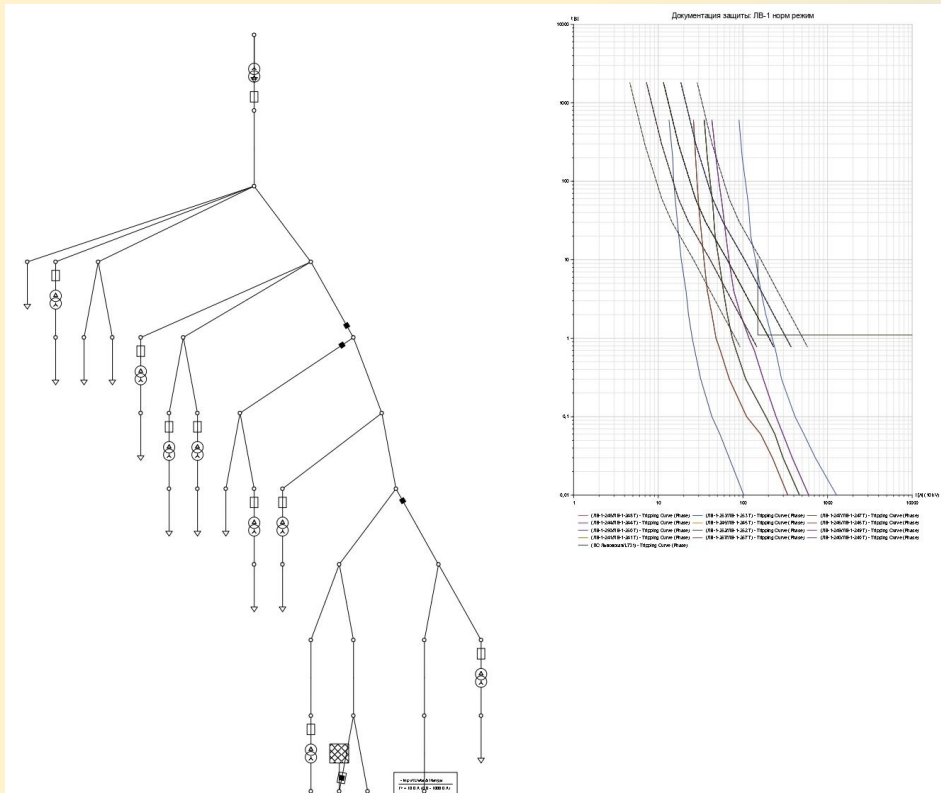
## Расстановка элементов схемы документации защит и окраска предохранителей в соответствии с диаграммой

Устанавливает элементы на схеме документации защит в соответствии с их расположением на исходной схеме. Окрашивает предохранители по значению их номинального тока в соответствии с диаграммой координации защит

Сокращает время на подготовку данных для формирования отчета, исключает ошибки вызванные человеческим фактором

До:

После:





## Автоматизация рабочих процессов в PSS Sincal

- Расчёт и ввод уставок срабатывания защиты в схемах электроснабжения;
- Построение схем с использованием алгоритмов компьютерного зрения по чертежу исходной схемы;
- Формирование типовых технических отчетов по результатам моделирования



# Эффекты от внедрения систем предварительного моделирования режимов работы сети

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

- Обновление парка электротехнического оборудования
- Рост экологичности энергетики
- Совершенствование систем диспетчерского и технологического управления

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

- Снижение технологических и минимизация коммерческих потерь
- Повышение показателей надежности электроснабжения
- Повышение информационной безопасности электроэнергетических объектов и промышленности

## ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

- Сокращение эксплуатационных затрат
- Создание высокомаржинальных сервисов и привлечение инвестиций в отрасль
- Рост конкурентоспособности экономики



**ЭнергоРазвитие**  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР



**Сетевая  
Компания**

# Спасибо за внимание!



Электронная почта: [inbox@energo-razvitie.ru](mailto:inbox@energo-razvitie.ru)

Адрес: г. Казань, ул. Магистральная, 23

Телефон: +7(843)212-11-59 (многок.)

Факс: +7(843)212-14-59

Сайт: [www.energo-razvitie.ru](http://www.energo-razvitie.ru)