



САВС – Система автоматического восстановления сети. Кабельные линии.

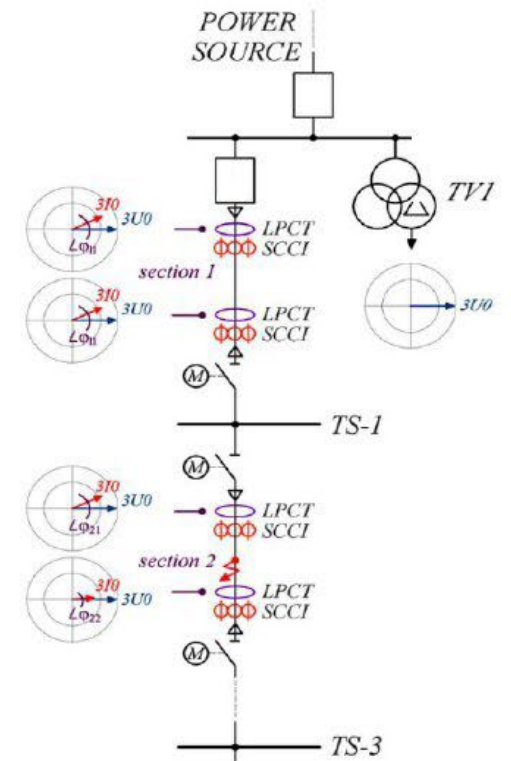
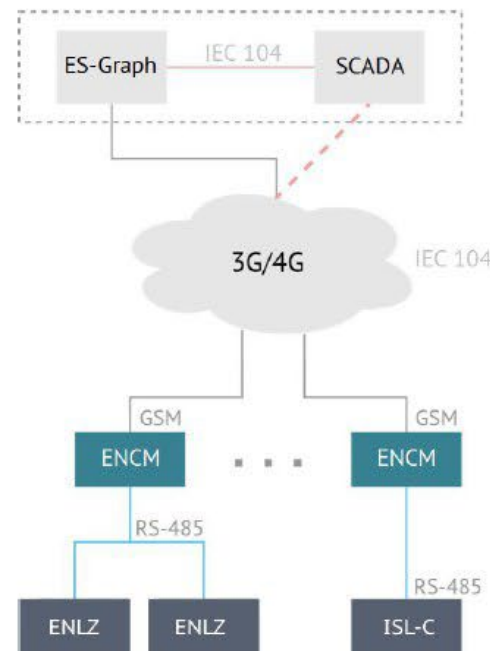
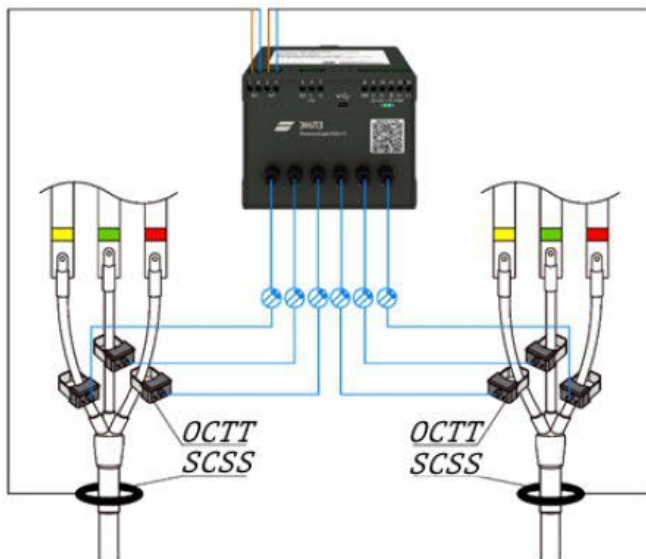
Цели цифровизации – повышение надежности электроснабжения потребителей, более эффективное использование оборудования и снижение затрат на его техническое обслуживание.



ООО «ЦИФРОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЕТИ (КЛ)

Локализация КЗ и ОЗЗ в сети КЛ 6-10кВ, автоматическое и дистанционное (из ЦУС) управление фидерами и ВНР





Оборудование на объектах ТП(РП) с отходящими Кабельными Линиями

- устройство фиксации токов КЗ и измерений токов и напряжений нулевой последовательности ОЗЗ - ЭНЛЗ;
- датчик тока нулевой последовательности (LPCT);
- трансформатор напряжения для подключения ЭНЛЗ к обмотке 3U0 VMT;
- оптический индикатор тока КЗ (ИТКЗ);

LPCT

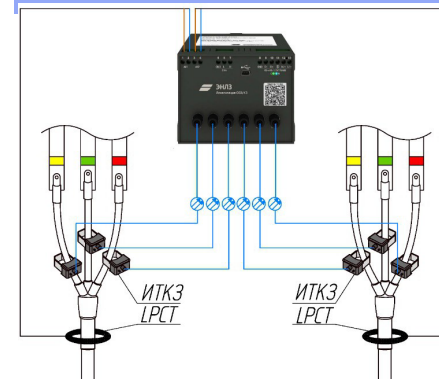


ИТКЗ



Диапазон измерения ЭНЛЗ

Диапазон измерений, А	Амплитудная погрешность, %	Угловая погрешность, мин	TVE, %
0,5 – 1,2	5	240	7
1,2 – 3,0	3	180	5
3,0 – 70	2	60	2





ISL-C на ТП



Функции индикатора состояния линии ISL-C

Определение и регистрация аварийных состояний: трехфазных и междуфазных замыканий (КЗ)

Ф- 1

Определение однофазных замыканий на землю и их направление с помощью подключаемого датчика тока нулевой последовательности (ТТНП);

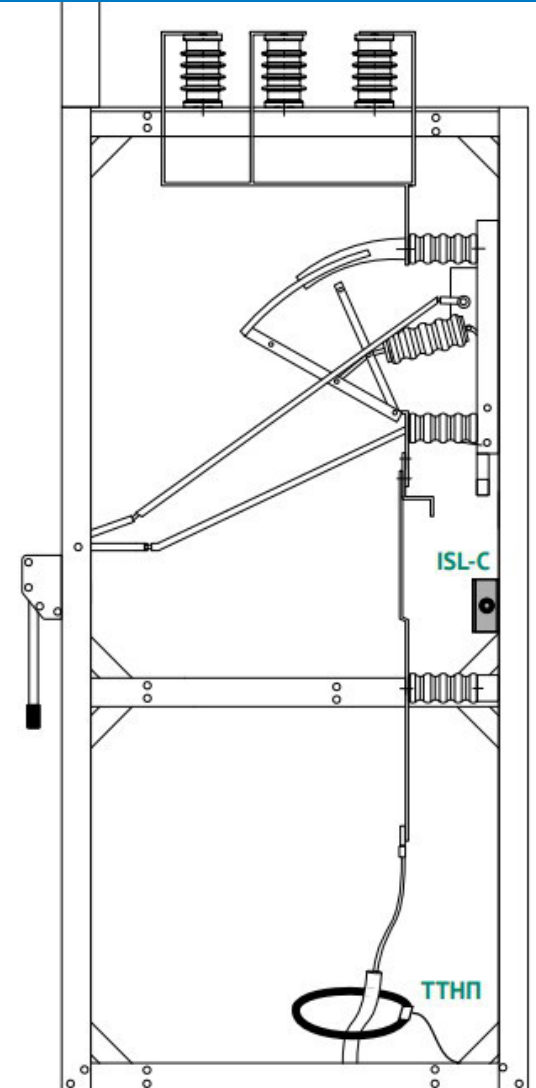
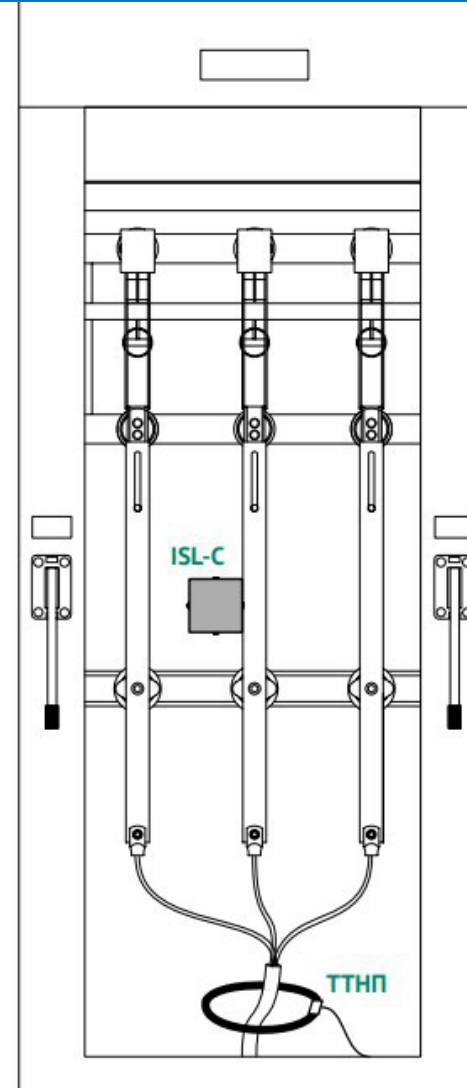
Ф- 2

Связь по интерфейсу RS-485

Ф- 3



Пример расположения датчика в КСО/КРУ





ЭНЛЗ и ISL-C: разный подход к решению



Преимущества

- ✓ Измерение фазных токов и синхровектора тока нулевой последовательности

Недостатки

- Требования к синхронизации - 1 мкс;
- Трудоёмкость монтажа датчиков на кабель;
- Требования к каналу связи для передачи СВИ
- Выше стоимость решения.

ЭНЛЗ



Преимущества

- ✓ Встроенные алгоритмы определения аварий;
- ✓ Расширенная диагностика, осциллограммы;
- ✓ Простота монтажа.

Недостатки

- Влияние окружающей среды и прочих факторов на улавливаемое датчиком электромагнитное поле.

ISL-C

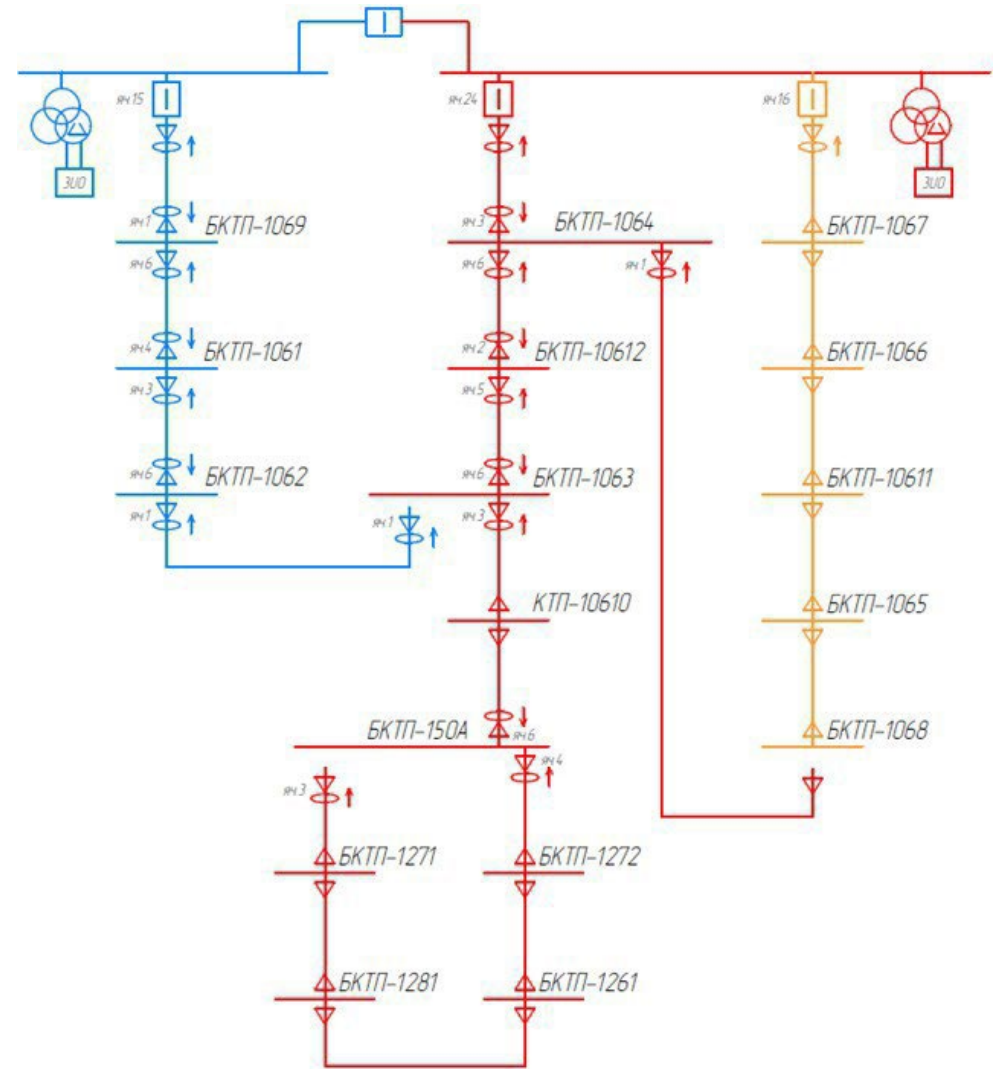


Сегмент

Поврежденный участок определяется с точностью до сегмента.

Сегмент соответствует линии или группе смежных линий.

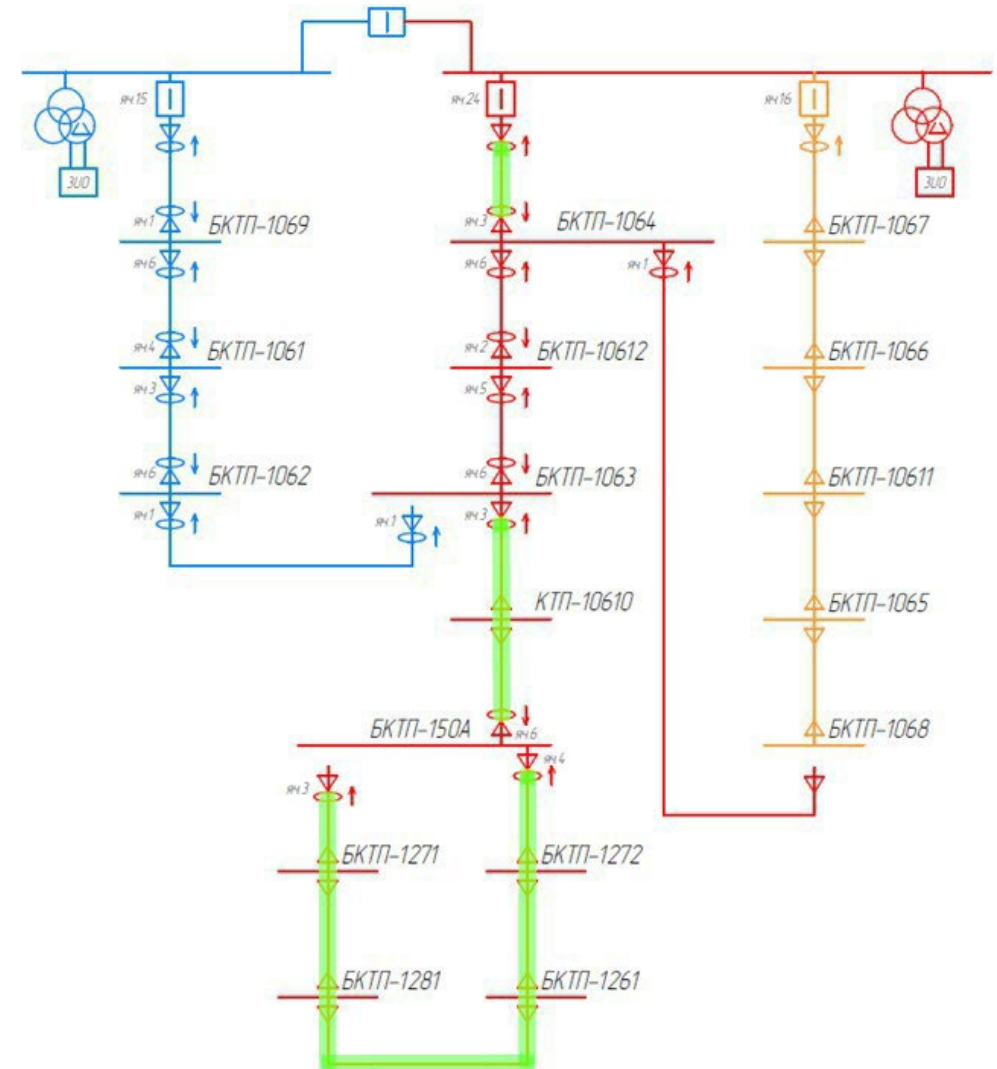
Методы локализации замыканий основаны на сравнении показаний на концах сегмента





Сегмент (пара)

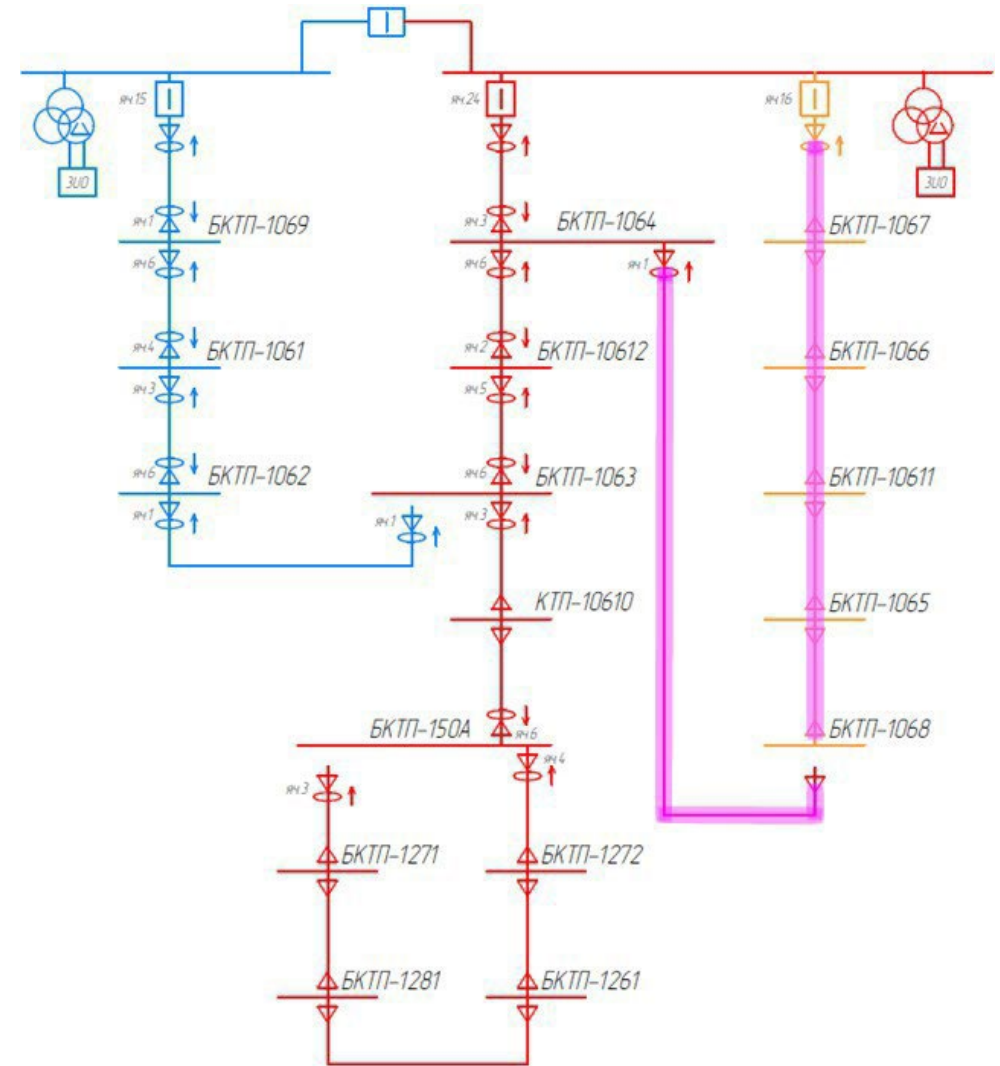
Для анализа с высокой степенью достоверности необходимо наличие данных с обоих концов каждого анализируемого сегмента.





Сегмент (тупик)

При неполном выполнении данного условия предполагается снижение разрешающей способности выявления аварийного участка.





Локализация КЗ

Анализ основан на дискретных сигналах от индикаторов тока КЗ (ИТКЗ)

Допускается отсутствие датчика на фазе В.

Триггер запуска:

ТС от датчиков.

Тупик:

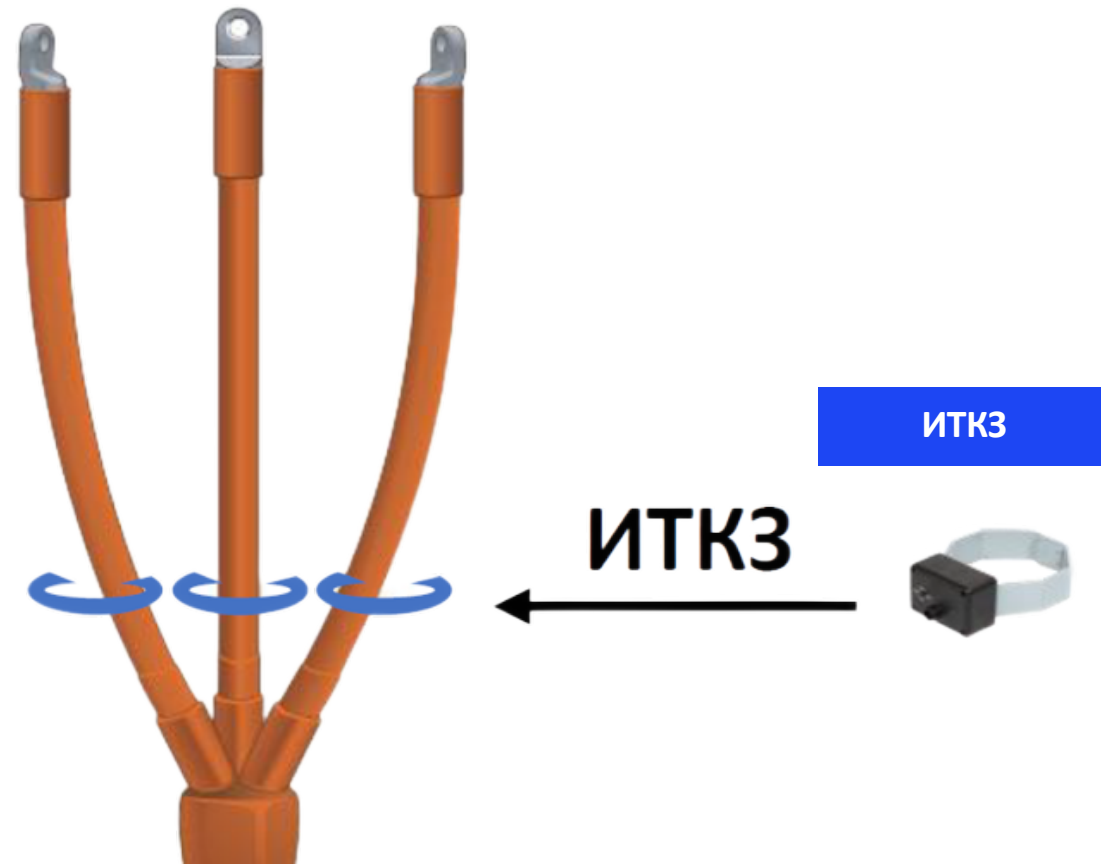
Только событие «Ток КЗ».

Пара:

Местом КЗ считается сегмент, на одном конце которого $ТС=1$, на другом $ТС=0$.

Ток КЗ:

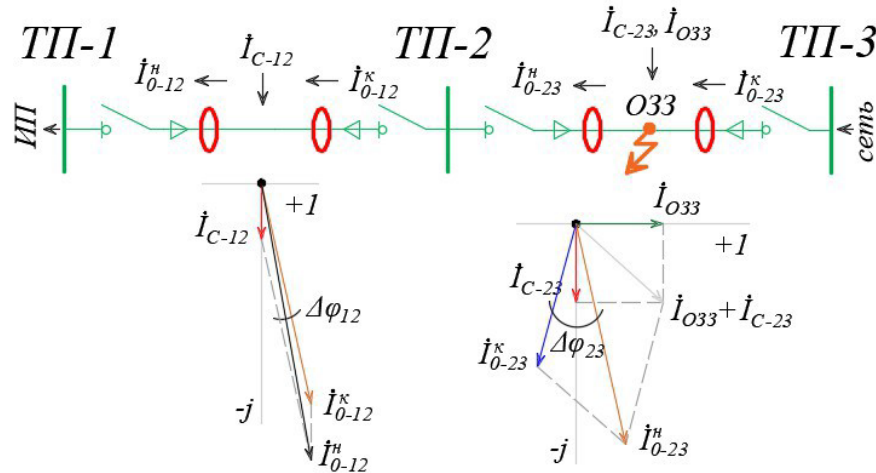
Сегмент у которого хотя бы на одном конце $ТС=1$.



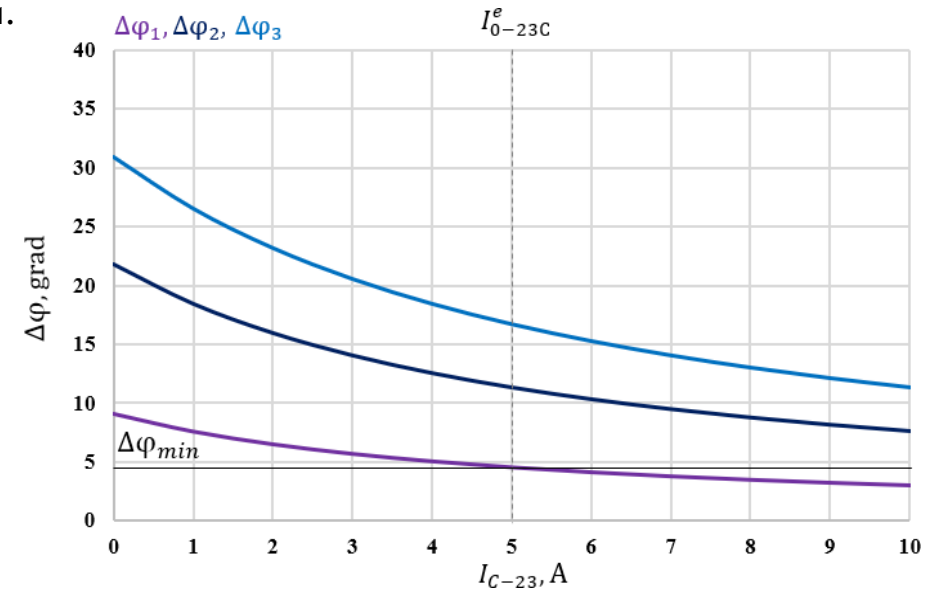


Алгоритм локализации ОЗЗ в кабельной сети

- измерение синхровекторов тока НП на всех сегментах сети и синхровекторов напряжения НП на секциях центра питания (ПС/РП);
- расчет на основе синхровекторов тока НП угловой характеристики (2) для каждого сегмента (пары) сети;
- определение сегмента ОЗЗ по максимальному значению угловой характеристики.



Векторная диаграмма токов НП для участков сети



Расчёт фазового сдвига для поврежденного участка сети



ОЗЗ(компенсированная нейтраль)

Анализ основан на СВИ (С37.118)

Триггер запуска:

$3U0 > \text{уст.}$ ($3I0 > \text{уст.}$, если $3U0$ недоступно)

Тупик:

Пара достраивается с вектором $3U0$ или $3I0$ от точки питания (задается к конфигурации).

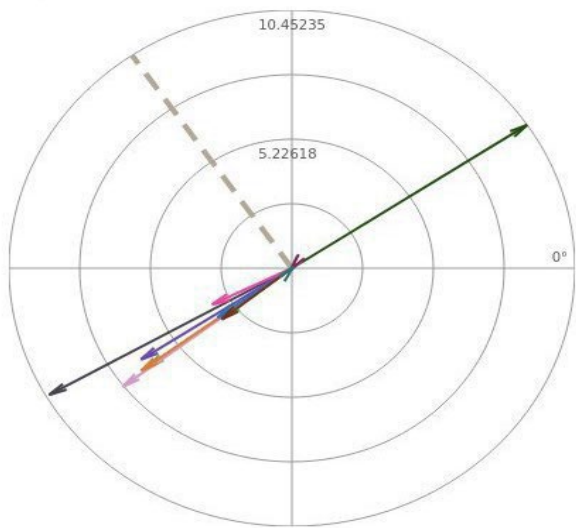
Пара:

Разность углов $3I0$, умноженная на макс. амплитуду тока сегмента.

Выявляется сегмент (местом ОЗЗ), для которого эта величина максимальна.

Ток КЗ:

Сегмент, на одном из концов которого $3I0$ превышает установку.



Имя	Статус	Парам.	A	φ
3U0	✓	3U0	107.795	124.398
TA1.1	✓	3I0	10.334	209.773
TA1.2	✓	3I0	6.696	216.942
TA1.3	✓	3I0	6.692	213.580
TA1.4	✓	3I0	3.217	218.199
TA1.5	✓	3I0	3.295	206.548
TA2.1	✓	3I0	10.452	33.750
TA2.2	✓	3I0	7.883	217.540
TA2.6	✓	3I0	6.942	216.711



ОЗЗ (резистивная нейтраль)

Анализ основан на дискретном сигнале от ЭНЛЗ по превышению уставки 3I0

Триггер запуска:

ТС о превышении уставки 3I0

Тупик:

Только «Ток КЗ»

Пара:

Местом ОЗЗ считается сегмент, на одном конце которого ТС=1, на другом ТС=0

Ток КЗ:

Сегмент у которого хотя бы на одном конце ТС=1

☒ Уставка AI1

Условие

Выше порога

Порог

100.000

Гистерезис

1.000

Задержка, мс

5

☒ Уставка AI2

Условие

Выше порога

Порог

50.000

Гистерезис

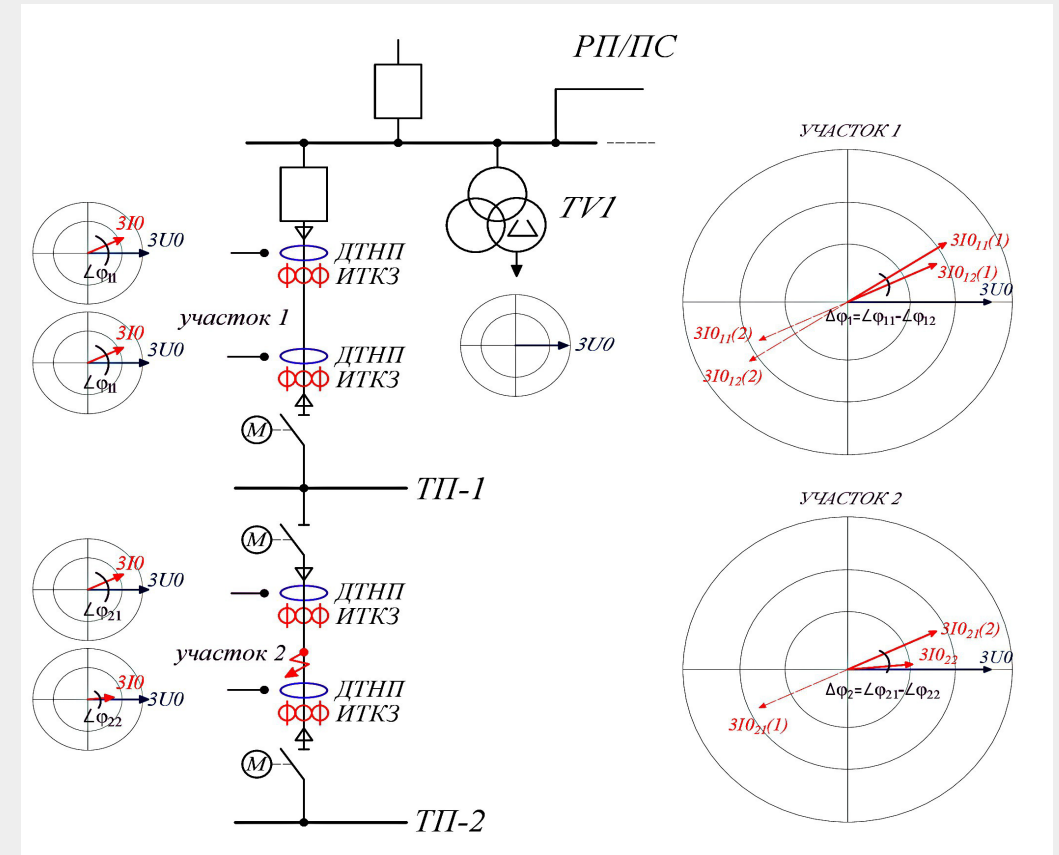
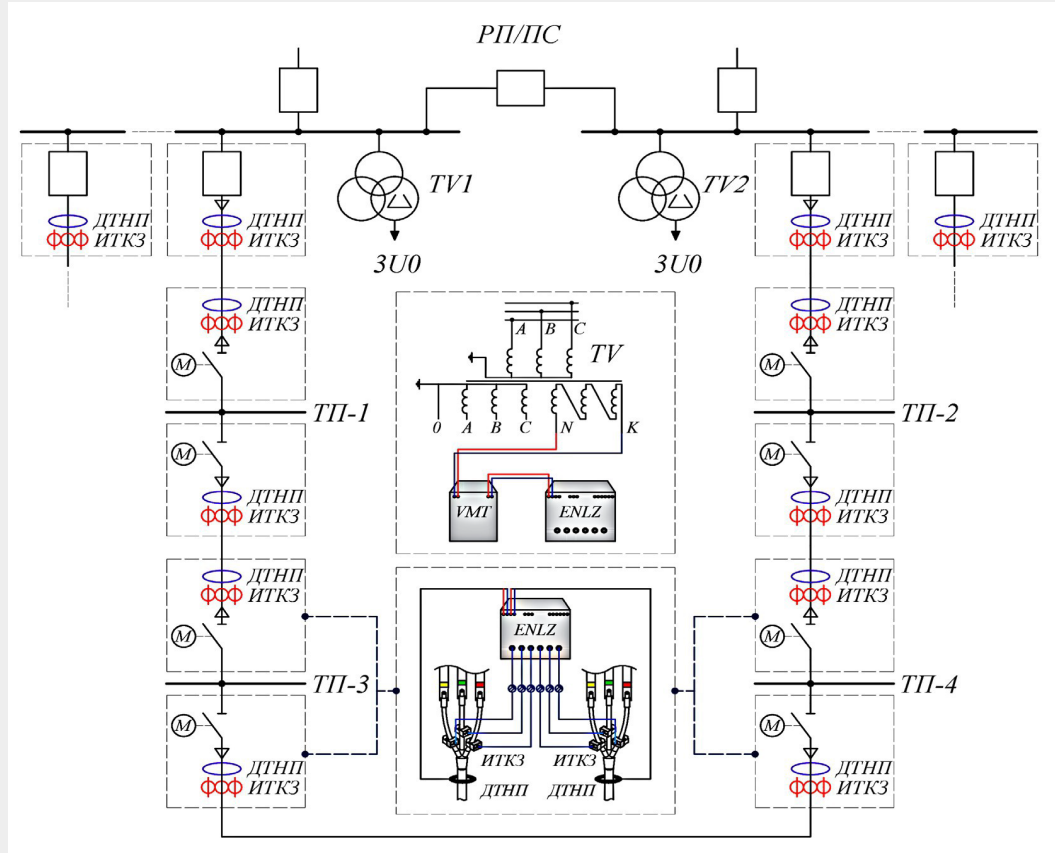
1.000

Задержка, мс

10



Изолированная, компенсированная или резистивная нейтраль сети





Результат анализа в SCADA

Сообщения о выявленных авариях передаются ТС со спорадической причиной передачи данных

Каждому сегменту соответствует перечень типов аварийных событий, которым назначаются адреса для передачи по протоколу МЭК 104

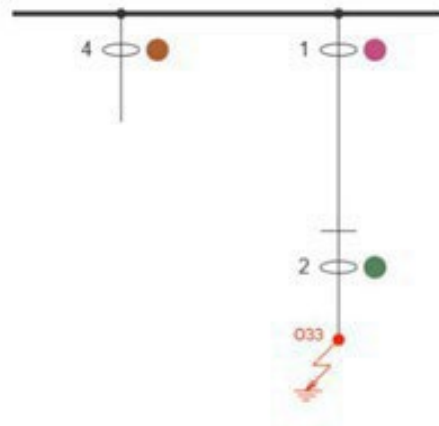
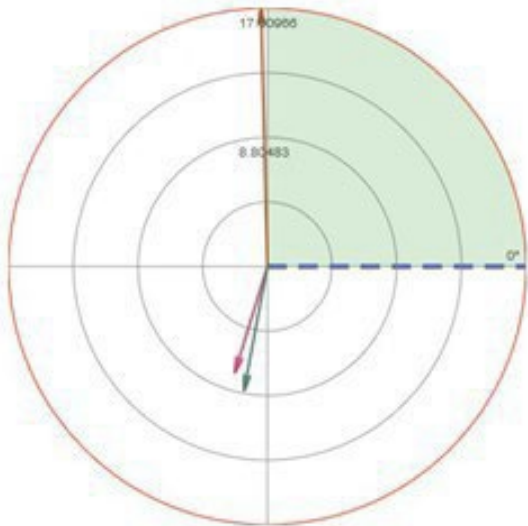
Текущее состояние может быть запрошено командой общего опроса.

Линия			Авария	Адрес	Тип кадра
РП27 яч.15	-	БКТП-1069 яч.1	ОЗЗ	4100	1 (30)
			КЗ ф.А	4101	1 (30)
			КЗ ф.В	4102	1 (30)
			КЗ ф.С	4103	1 (30)
			КЗ ф.АВ	4104	1 (30)
			КЗ ф.ВС	4105	1 (30)
			КЗ ф.СА	4106	1 (30)
			КЗ ф. АВС	4107	1 (30)
			Ток ОЗЗ	4108	1 (30)
			Ток КЗ	4109	1 (30)

Protocol Static Infos Info Names									
		Auto	Size	Clear incl. Buffer		C-ASDU address		IOA info object address	
						☒ unstructured (dec) ☐ structured byte (dec) ☐ structured byte (hex)		☒ unstructured (dec) ☐ structured byte (dec) ☐ structured byte (hex)	
☐ Discharge infos (don't monitor)		Clear						act. line c max lines (0 = unlim	
PC time	Direct...	TI Type identi...	COT Cause Of Tran...	Orig...	C-A...	IOA Inf...	Value	State	
15.07.2020 0:45...	Rxd TCP	TI 30: Single-poi...	3: spontaneous	0	1	4168	COMMING	ok	
15.07.2020 0:45...	Rxd TCP	TI 30: Single-poi...	3: spontaneous	0	1	4208	COMMING	ok	
15.07.2020 0:45...	Rxd TCP	TI 30: Single-poi...	3: spontaneous	0	1	4168	GOING	ok	
15.07.2020 0:45...	Rxd TCP	TI 30: Single-poi...	3: spontaneous	0	1	4208	GOING	ok	
15.07.2020 0:45...	Rxd TCP	TI 30: Single-poi...	3: spontaneous	0	1	4168	COMMING	ok	
15.07.2020 0:45...	Rxd TCP	TI 30: Single-poi...	3: spontaneous	0	1	4178	COMMING	ok	
15.07.2020 0:45...	Rxd TCP	TI 30: Single-poi...	3: spontaneous	0	1	4160	COMMING	ok	
15.07.2020 0:58...	Rxd TCP	TI 30: Single-poi...	3: spontaneous	0	1	4160	GOING	ok	
15.07.2020 0:58...	Rxd TCP	TI 30: Single-poi...	3: spontaneous	0	1	4168	GOING	ok	
15.07.2020 0:58...	Rxd TCP	TI 30: Single-poi...	3: spontaneous	0	1	4178	GOING	ok	



Опытно-промышленная эксплуатация (Казань)



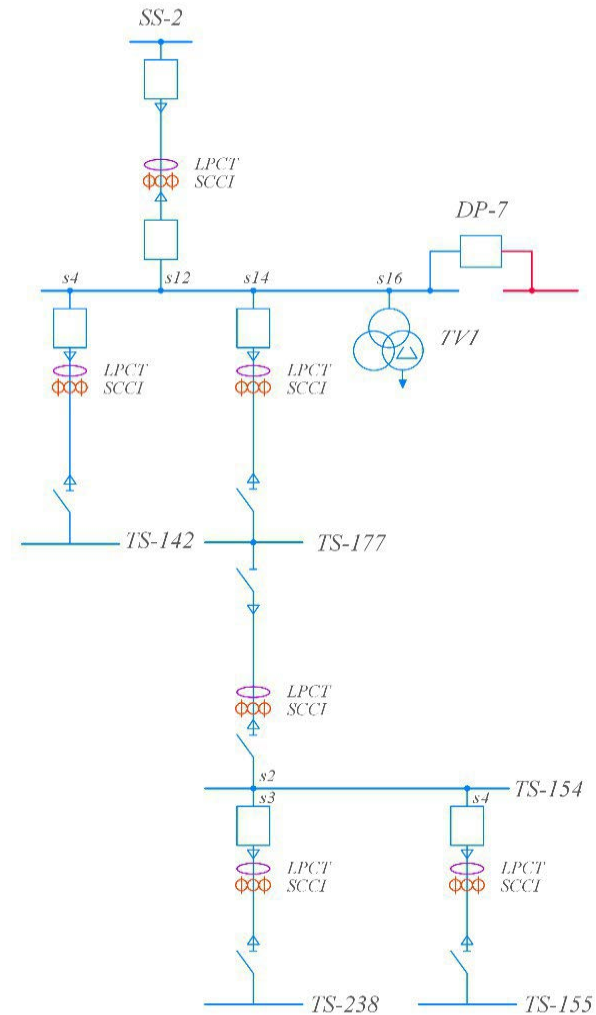
Имя	Статус	Парам.	A	φ
1	✓	310	7.596	266.039
2	✓	310	8.619	272.466
3 (3U0)	✓	3U0	102.875	13.096
4	✓	310	17.610	104.469

Фидер	Сегмент	Время	033
Луч В	Сегмент 2-...	25:09:2019 17:02:36.100+0300	1



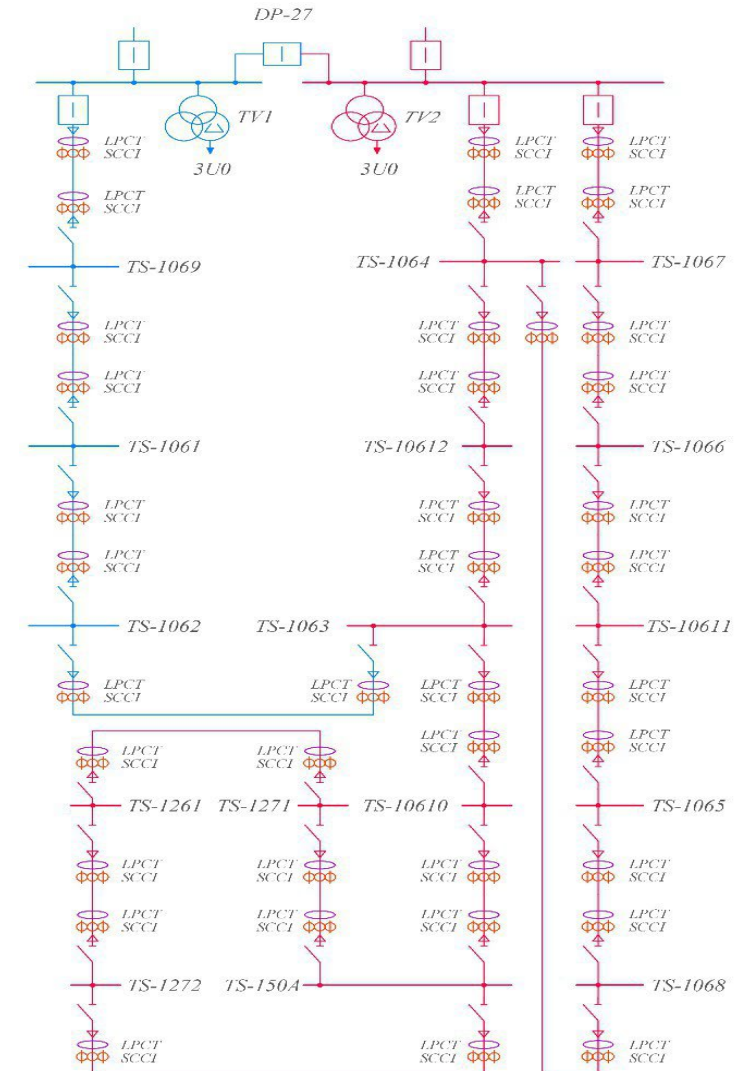
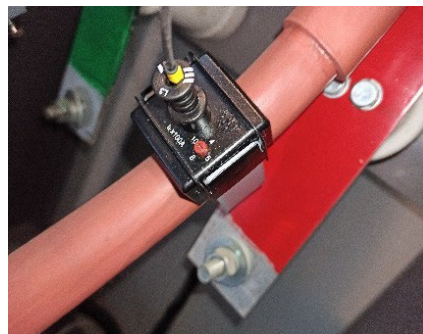


Опытно- промышленная эксплуатация (Архангельская РЭС)





Опытно-промышленная эксплуатац (Череповецкий РЭС)





Результаты ОПЭ



Успешные испытания



2 года ОПЭ



3 КЗ и 17 ОЗЗ в АРЭС



6 КЗ и 20 ОЗЗ в ЧРЭС



ООО «ЦИФРОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

ESM (Energy Smart Meter): счетчик, ПКЭ, измерения АСУ ТП, УСВИ



Традиционные
ТТ и ТН



Встраиваемый
дисплей



Электронные
ТТ и ТН



Пункты
коммерческого учета
на опорах ВЛ 6-35кВ



Цифровые
ТТ и ТН

Измерения по
МЭК 61850-9-2LE,
АИИС КУЭ по
СПОДЭС и
МЭК 61850-8-1

Госреестр РФ
№66884-17, 2017г.

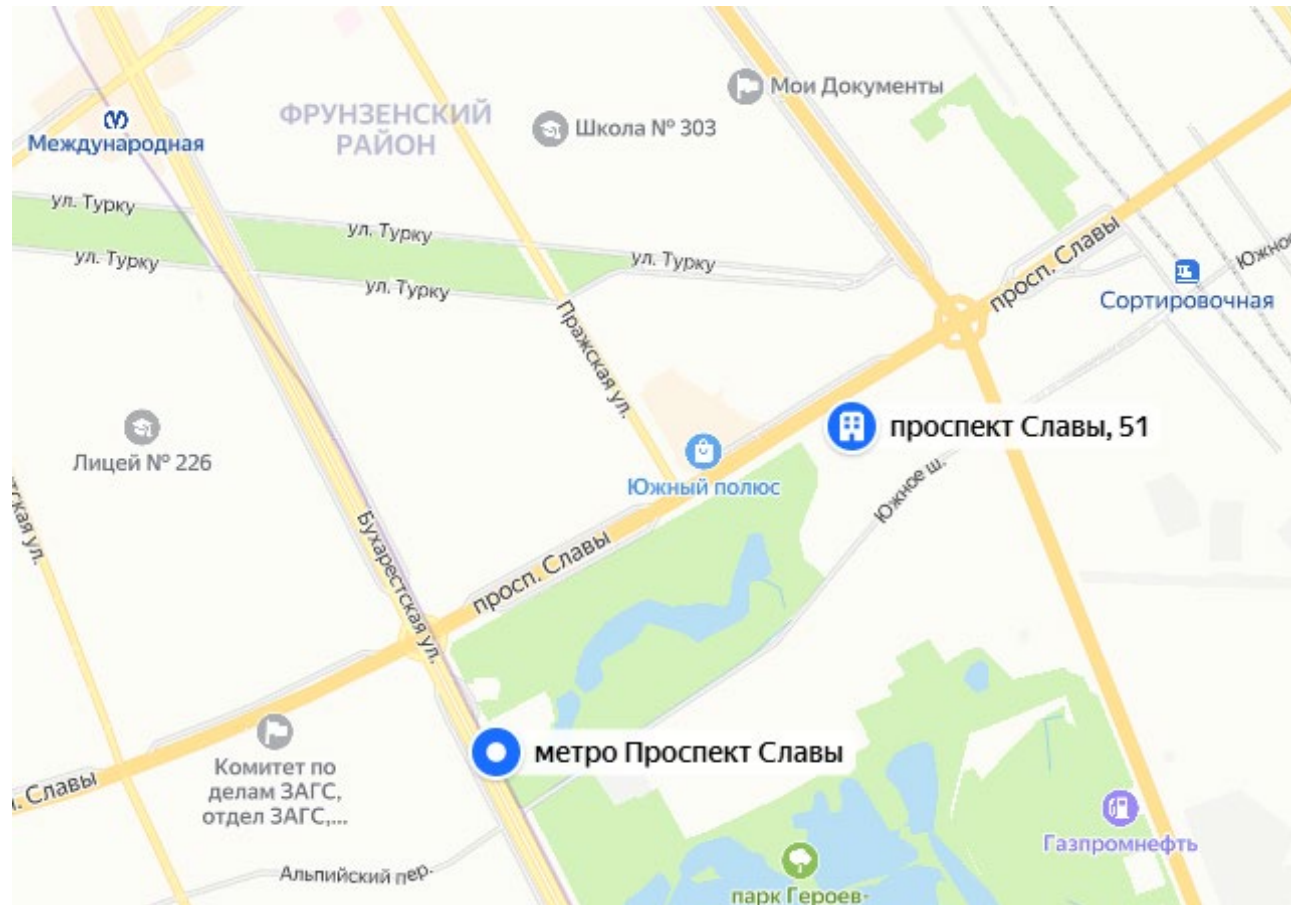


ООО «ЦИФРОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

Общество с ограниченной ответственностью

«Цифровые Электрические Системы и Сети»

ИНН 7816414834 КПП 781601001 ОГРН 1077847399288



192241, город Санкт-Петербург,
проспект Славы, дом 51, литер А,
помещение 67-н офис 6

Тел. (812) 426-40-24

e-mail: ooocesis@gmail.com