



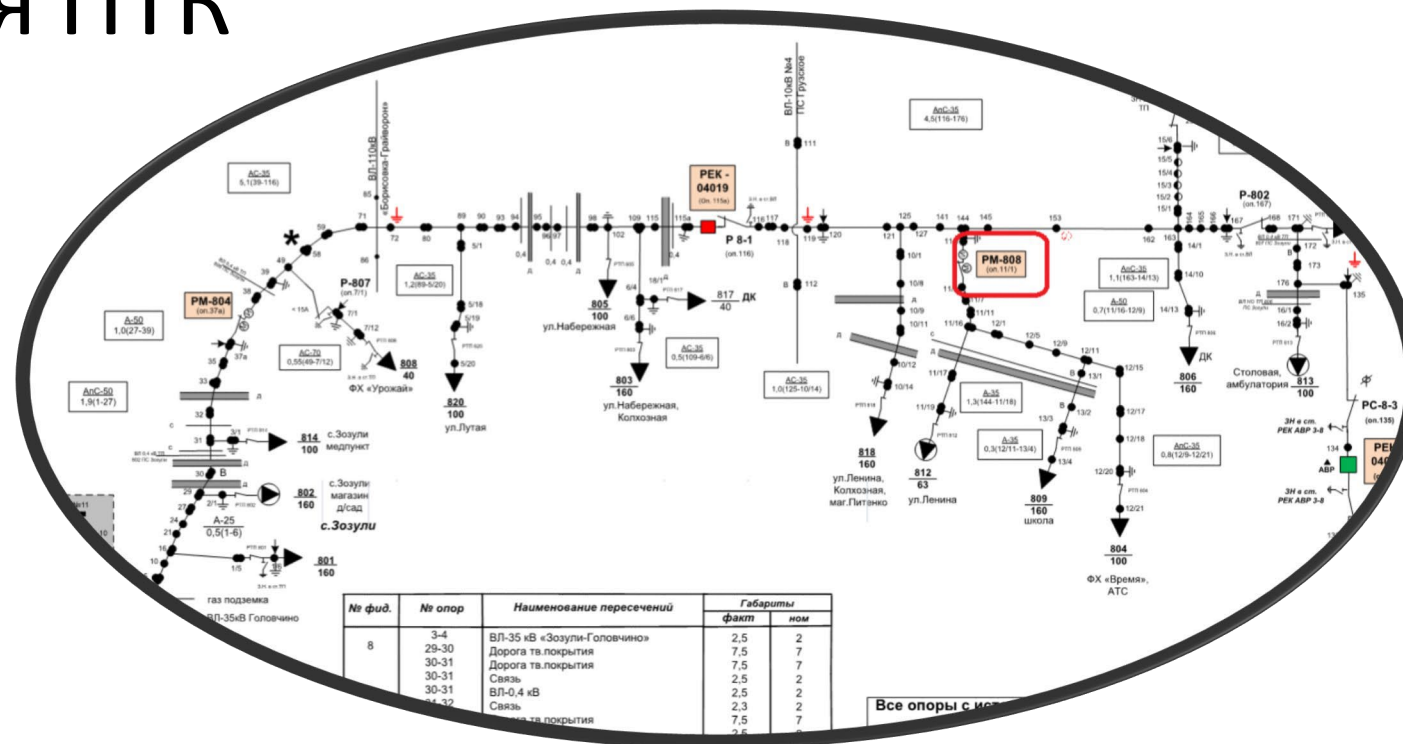
Программно-технический комплекс локализации КЗ и ОЗЗ в воздушных сетях 6–10кВ



Эффект от внедрения ПТК

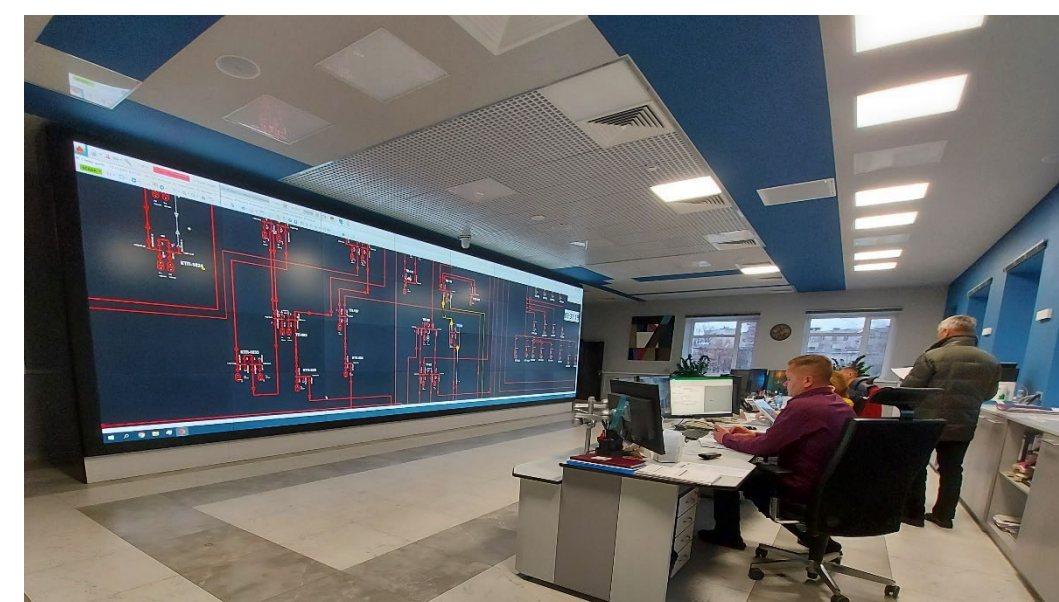
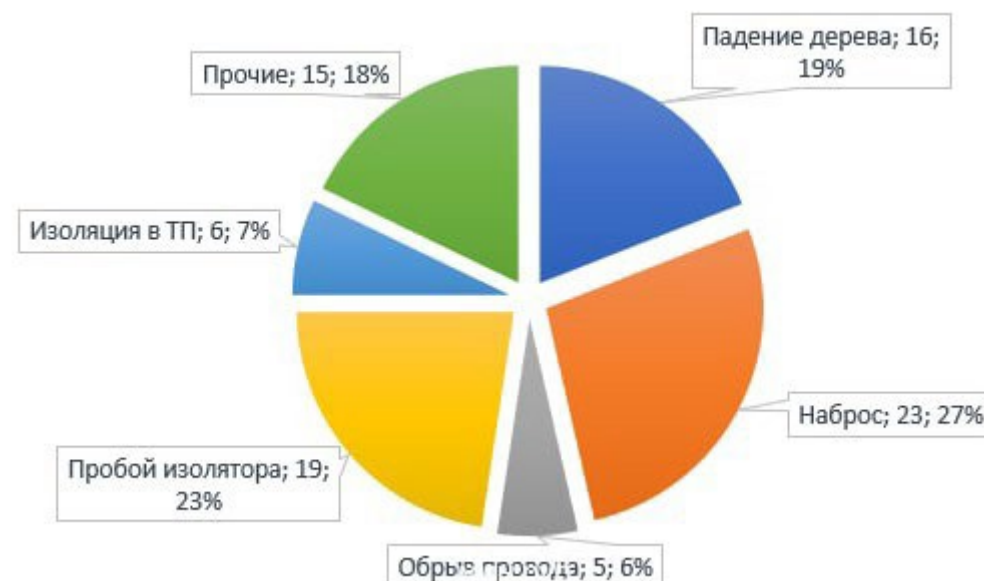
ДО

1. Поиск поврежденного участка ВЛ занимал от 2 часов до полсуток с учетом переключений по месту и визуального осмотра.
2. Продолжительные перебои в электроснабжении по всему фидеру.



ПОСЛЕ

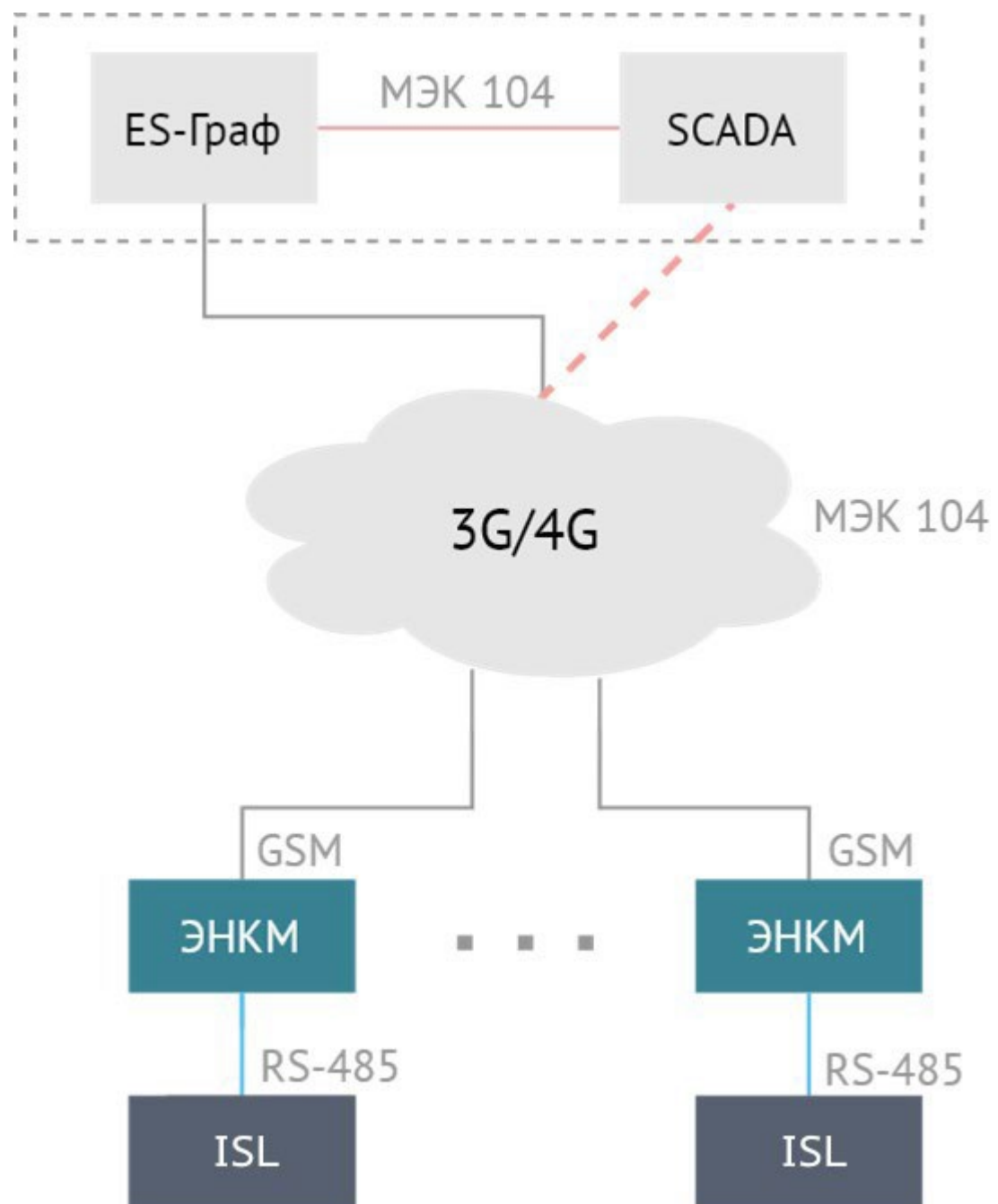
1. Поиск поврежденного участка ВЛ занимает несколько минут после аварийной сигнализации.
2. Без электроснабжения остается только аварийный участок фидера на период ремонта.



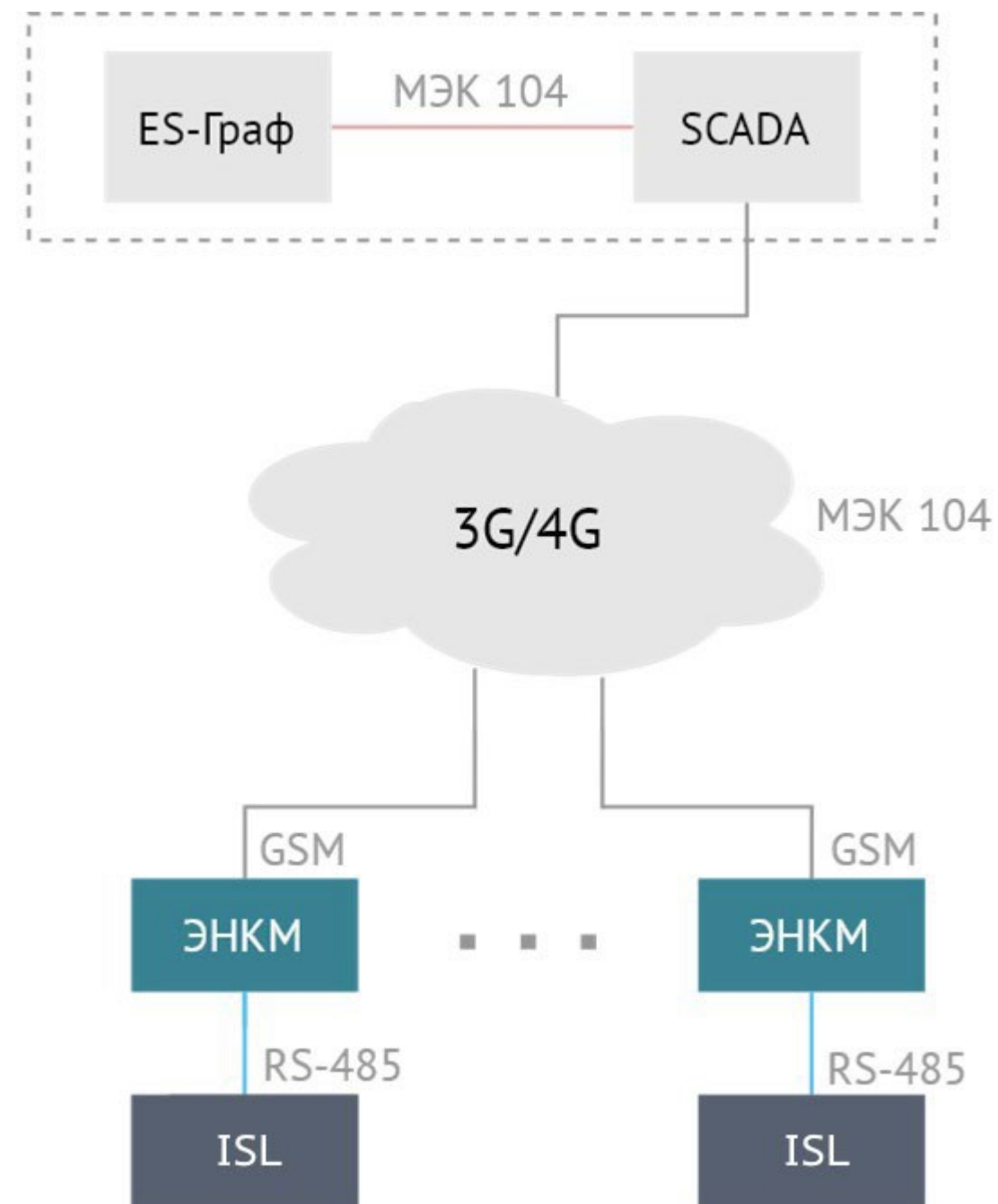


Состав ПТК

1.



2.





Функции и возможности ПТК

- Локализация места повреждения и определение его типа
Типы повреждений: ОЗЗ, КЗ (2-х, 3-х фазные)
- Простая интеграция в SCADA по стандартным протоколам обмена данными (МЭК 60870-104)
- Фиксация событий во внутреннем журнале, запись исходных измерений аварийного режима
- Настраиваемые логические выражения для расширения функционала системы, автоматизации
- Возможность использования как самостоятельного приложения, либо использование по модели SaaS



Состав оборудования на ВЛ



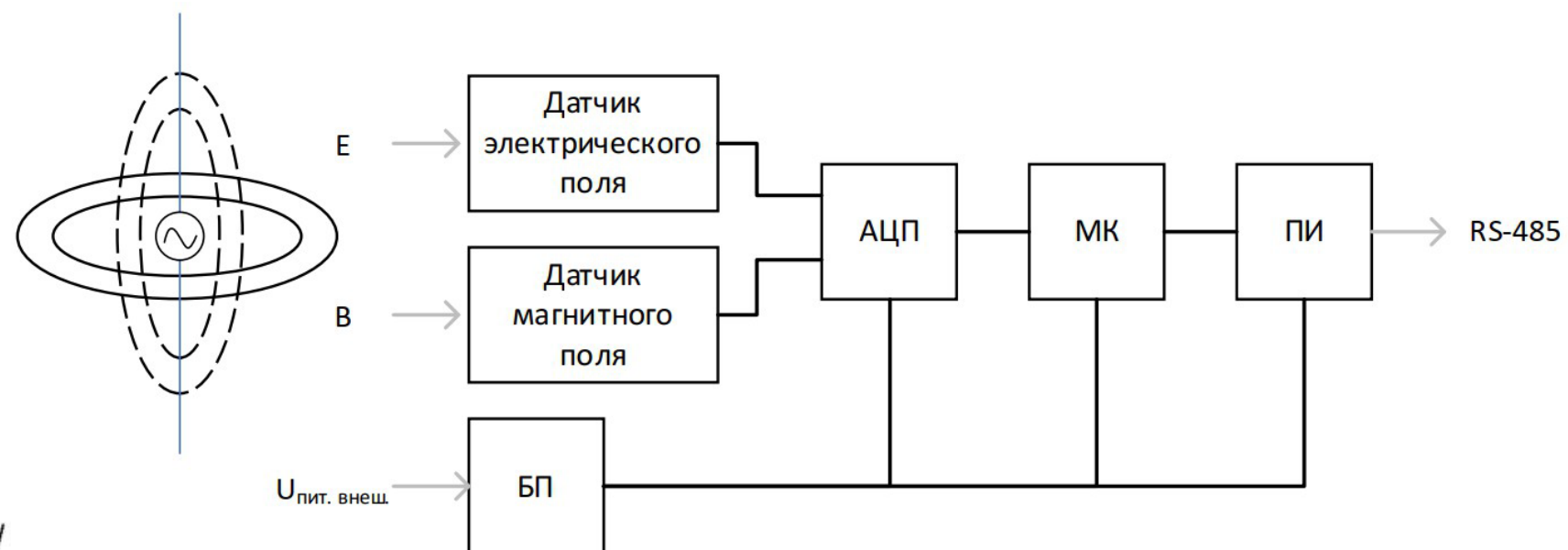
Бесконтактный **индикатор состояния линии** (ИСЛ), устанавливаемый на опору ВЛ 6-10 кВ под токоведущими проводами линии



Устройство сбора данных (УСД) ЭНКМ-3 со встроенным GSM-модемом, устанавливаемое в неотопливаемом шкафу на опоре ВЛ, на которой установлен ИСЛ

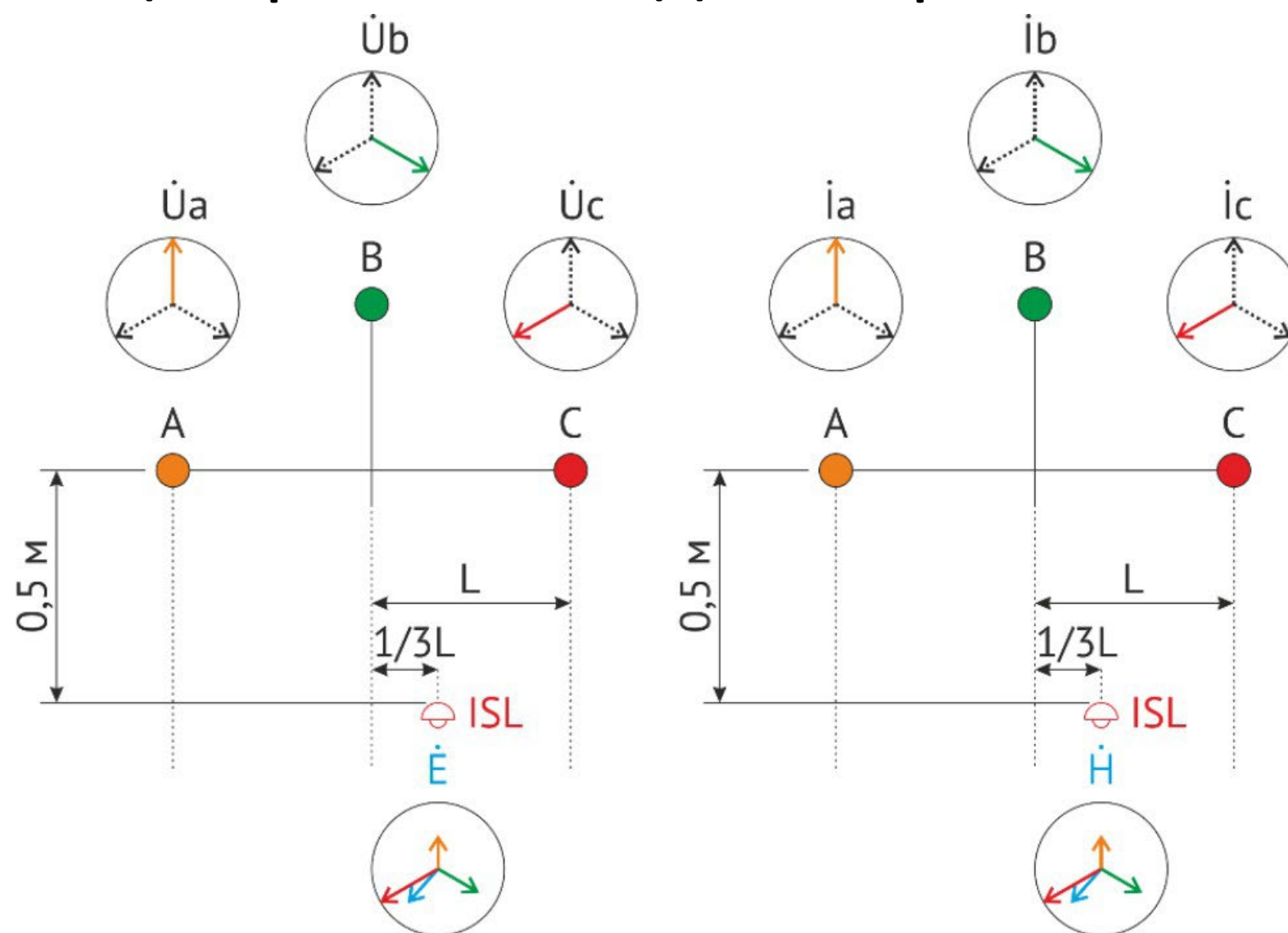


Индикатор состояния линии (ИСЛ)

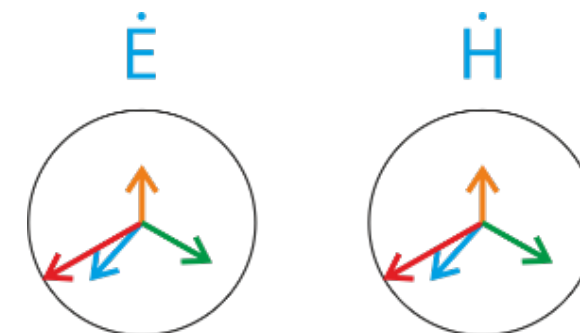




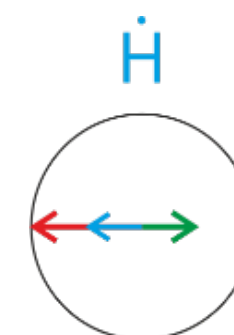
Принцип работы Индикатора Состояния Линии (ИСЛ)



Нормальный режим:



Двухфазное КЗ между фазами В и С:



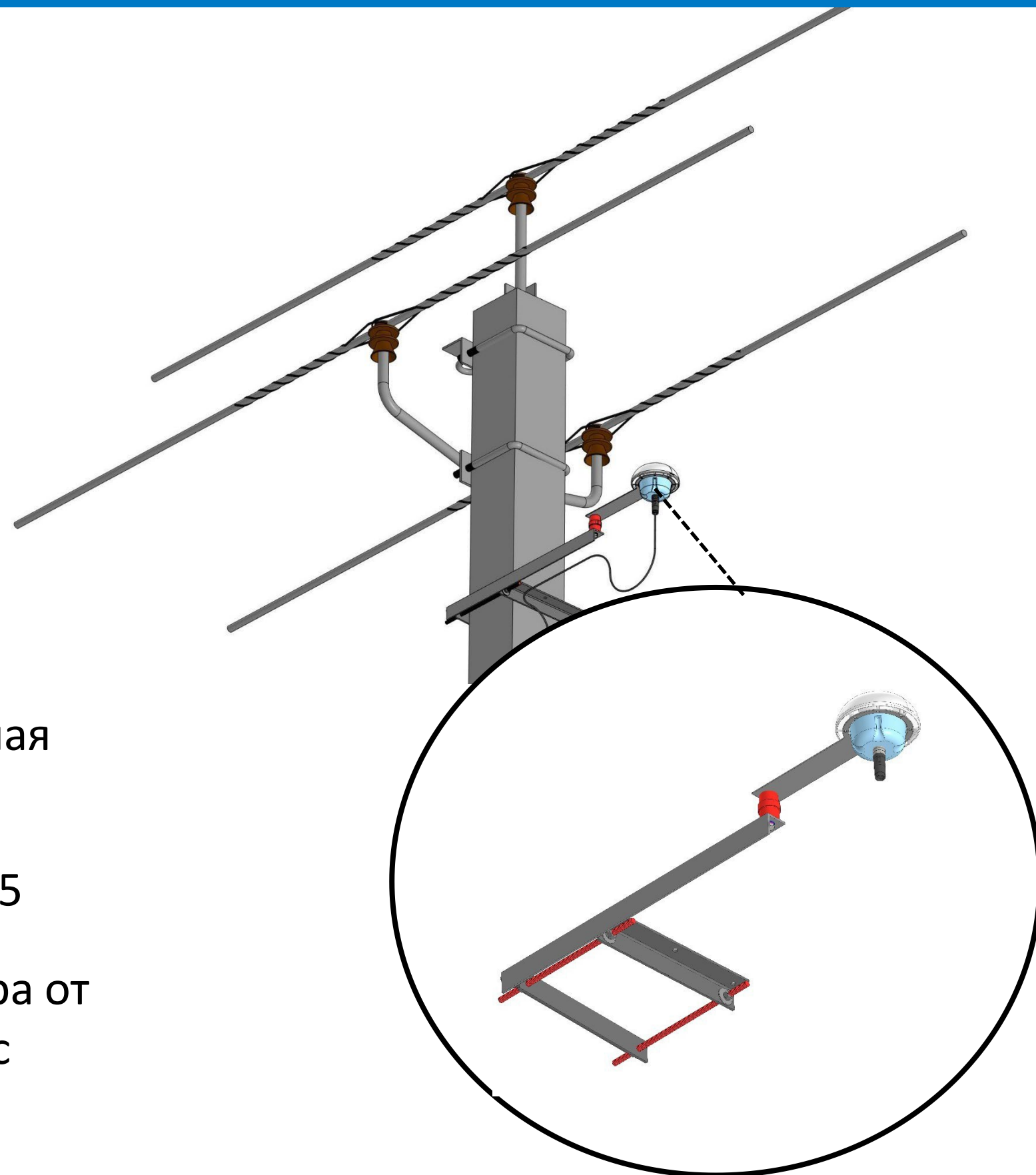
$\dot{E}_{ISL} = \dot{E}_a + \dot{E}_b + \dot{E}_c$ – напряженность электрического поля в точке установки ISL.

$\dot{H}_{ISL} = \dot{H}_a + \dot{H}_b + \dot{H}_c$ – напряженность магнитного поля в точке установки ISL.



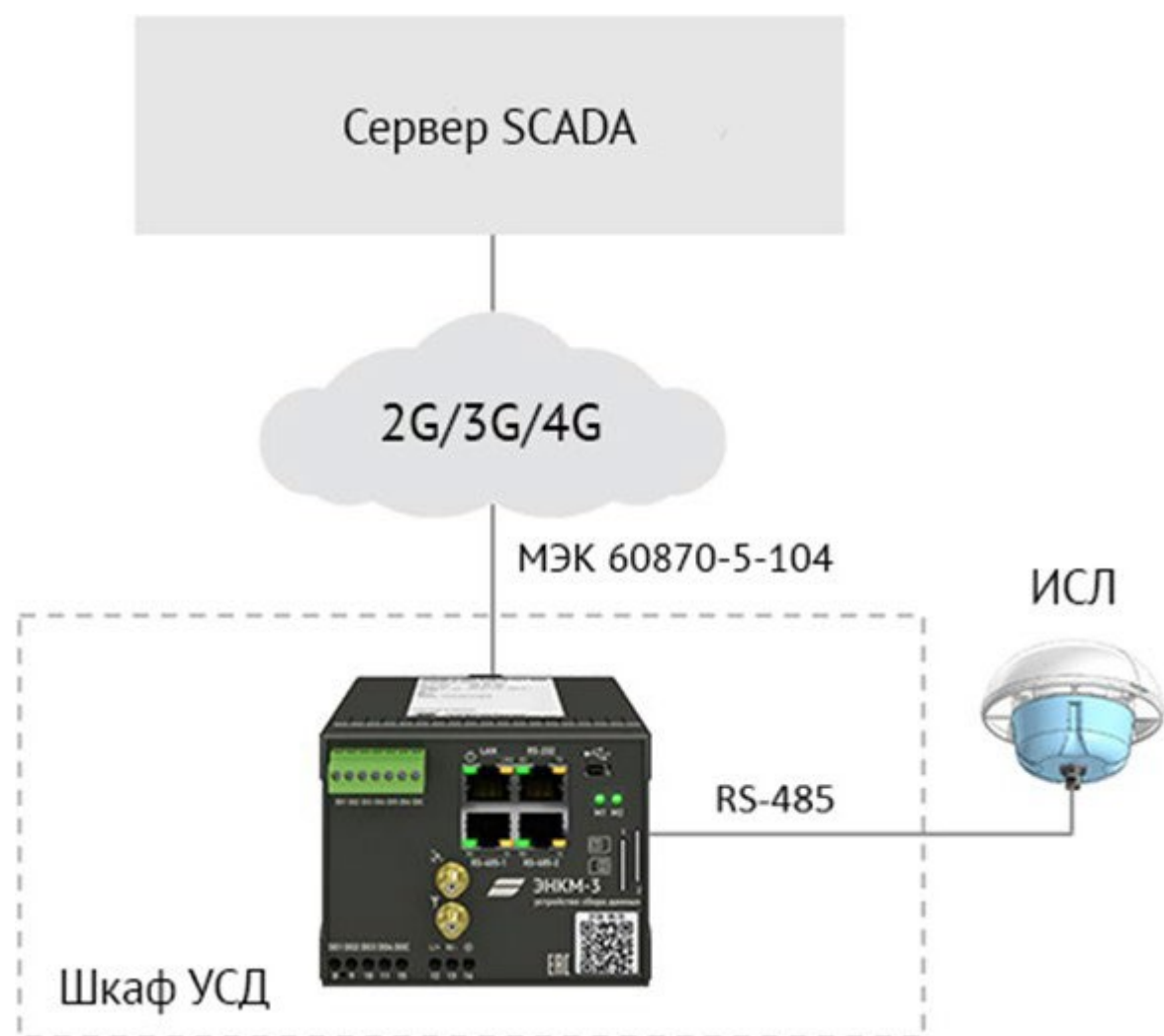
Возможности ISL

- Оценивает напряженность электрического и магнитного полей
- Определяет наличие напряжения на линии
- Определяет наличие рабочего тока на линии
- Фиксирует аварии на линии (КЗ, ОЗЗ)
- При фиксации аварий включается светодиодная индикация
- Передает зафиксированные события по RS-485
- Монтируется на опоре на расстоянии 0,5 метра от плоскости нижних фаз и плоскости изоляторов с ориентацией вдоль оси линии





Устройство сбора и передачи данных (УСД) ЭНКМ-3

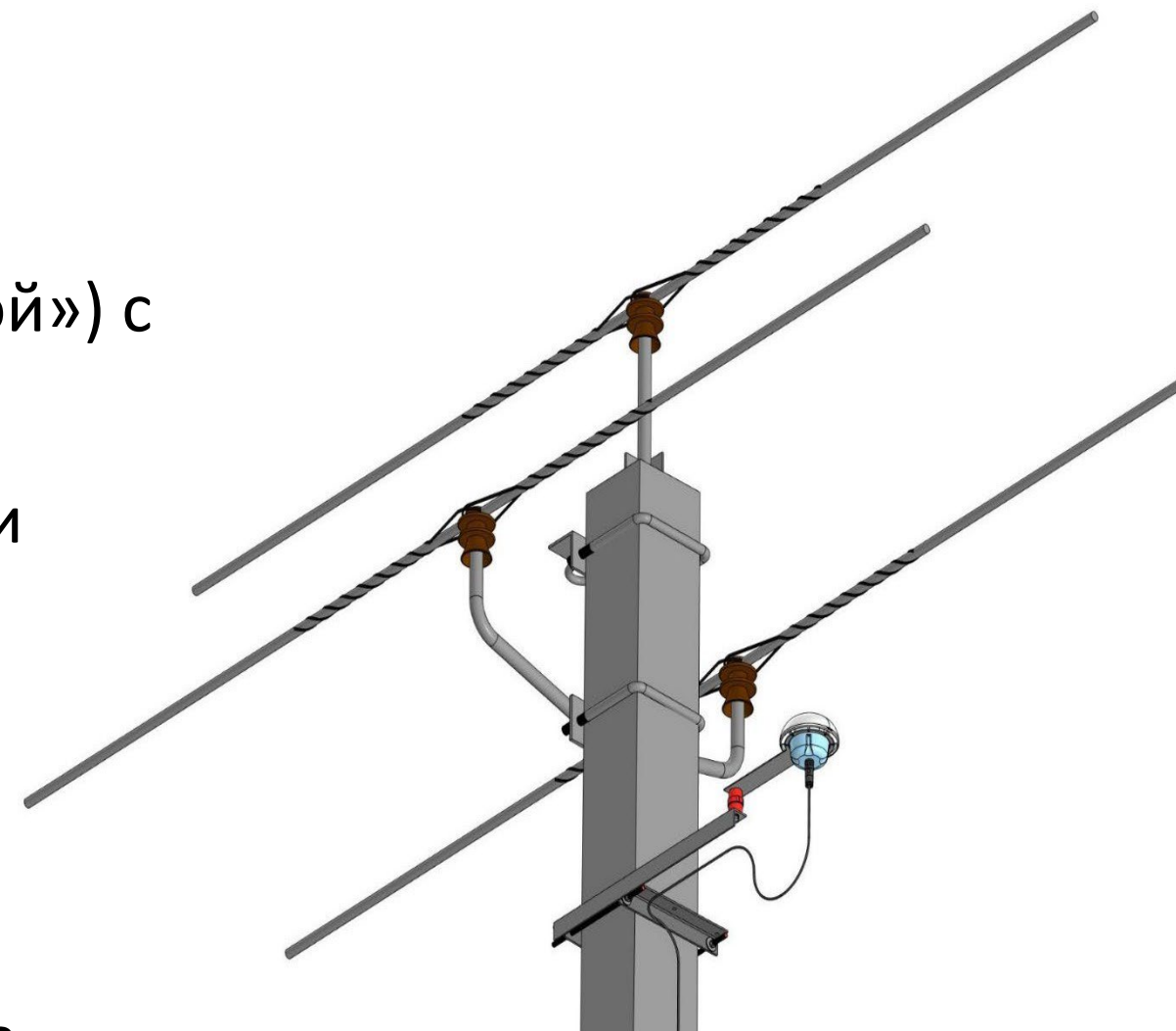


- Обеспечивает сбор информации с ИСЛ и его питание – 24 В
- Производит передачу данных (ТИ, ТС, ТУ) на сервер SCADA ЦУС через сеть сотовой связи с помощью встроенного GSM-модема с поддержкой до двух операторов сотовой связи
- Регистрирует зафиксированные в ИСЛ события в энергонезависимой памяти с метками времени
- Имеет набор дискретных входов для сбора дополнительной информации
- Имеет набор дискретных выходов для управления коммутационными аппаратами
- Содержит гибкую настраиваемую логику
- Поддерживает протоколы МЭК 61850-8-1, МЭК 60870-5-104



Назначение

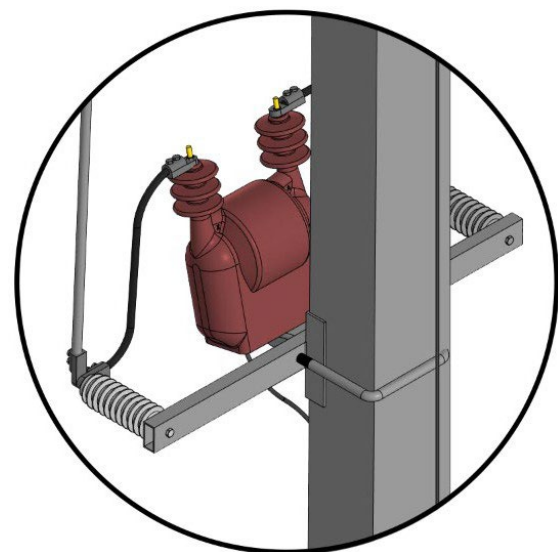
- Регистрация междуфазных КЗ
- Регистрация ОЗЗ с учётом направления («в линии» / «за спиной») с емкостным током сети от 0,5 А
- Автоматическое квитирование индикации при восстановлении нормального режима работы линии
- Индикация наличия напряжения на линии от 1 кВ и выше
- Индикация наличия рабочего тока от 0,5 А и выше
- Определение уровня тока и напряжения нормального режима
- Обмен данными со SCADA-системой
- Использование GSM-сети в качестве канала передачи данных



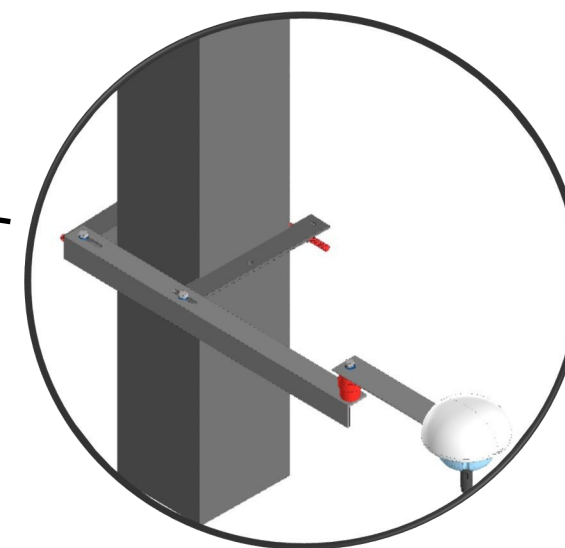


Комплект для промежуточной опоры

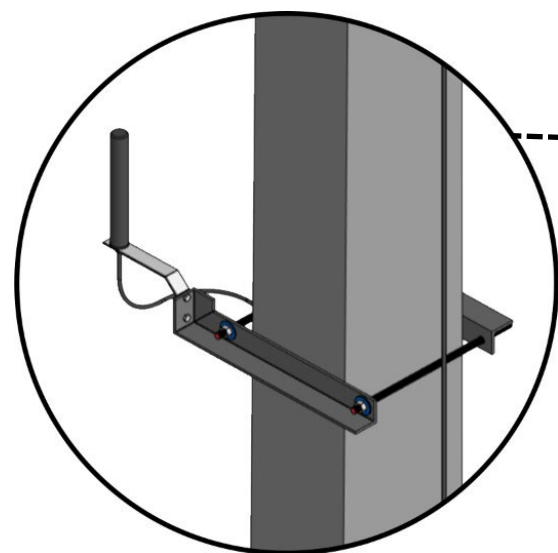
Трансформатор
собственных нужд



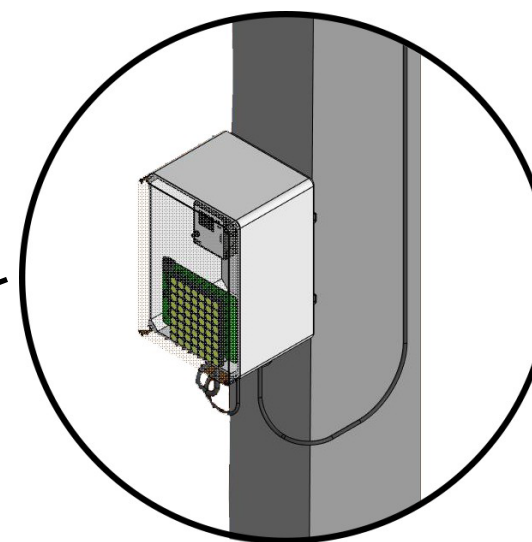
Индикатор состояния
линии (ИСЛ)
на кронштейне



GSM-антенна

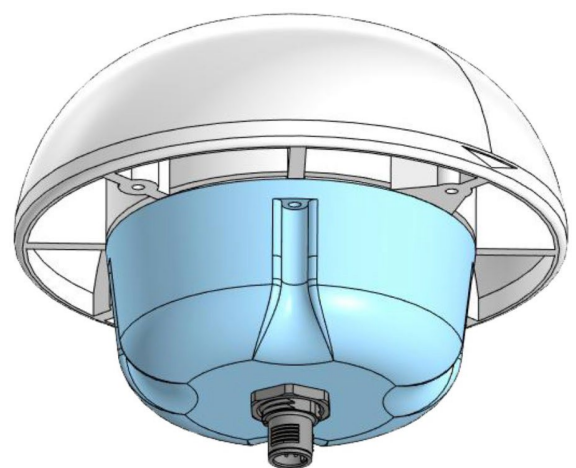


Шкаф УСД
с блинкерной панелью
индикации,
ИБП (ионисторный),
без обогрева

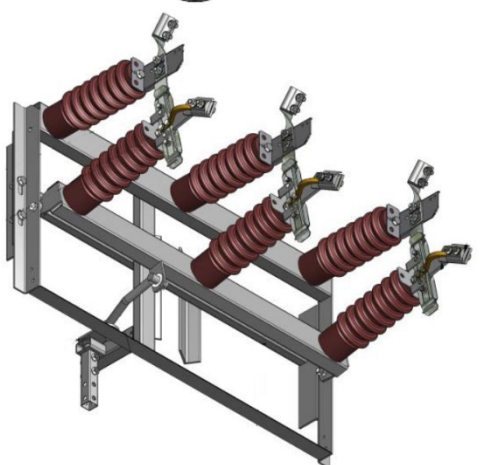




Комплект для использования в составе дистанционно управляемого линейного разъединителя (ЛР-ДУ)



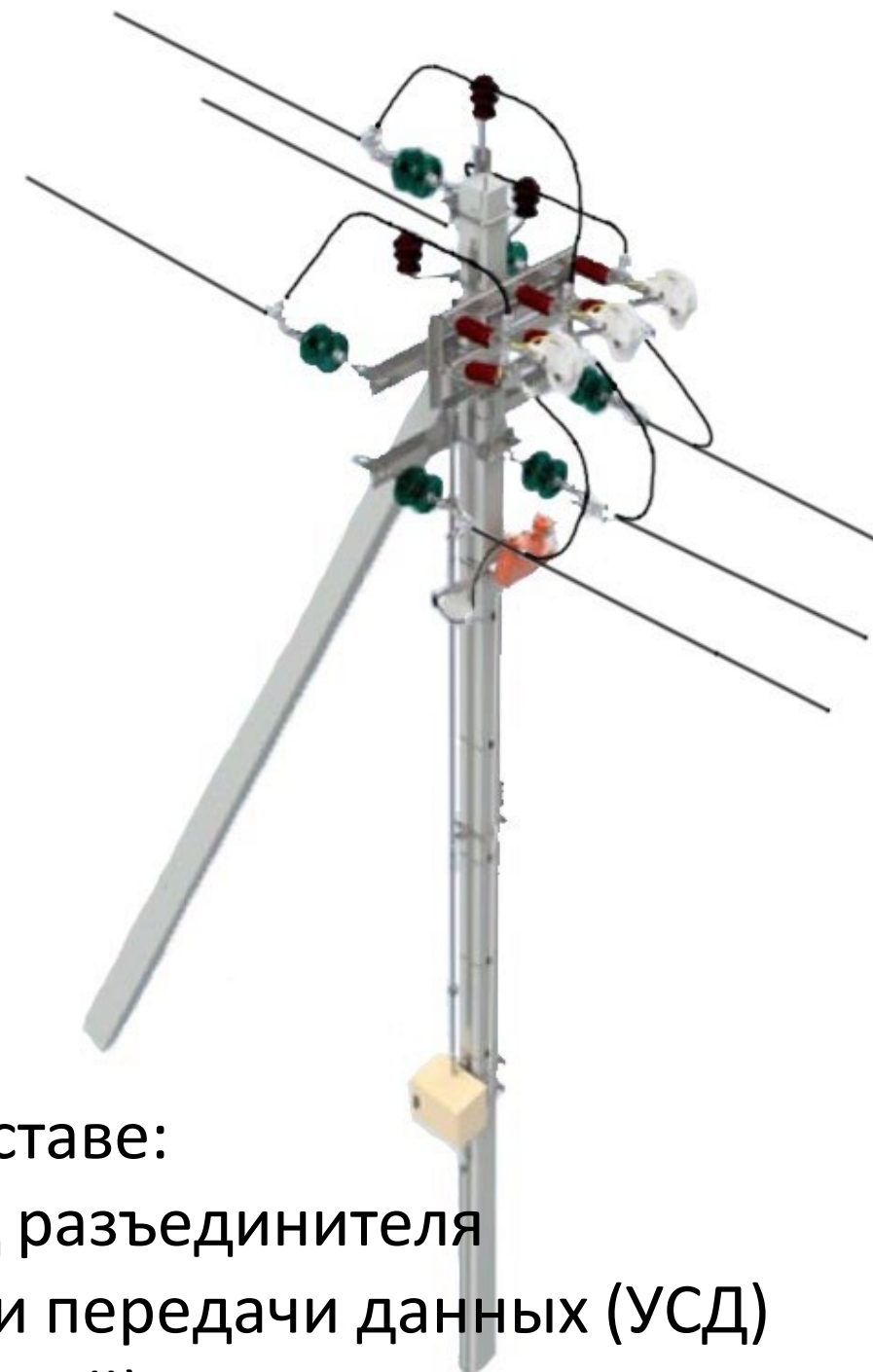
Индикатор Состояния
Линии (ИСЛ)



Разъединитель
линейный



Трансформатор
собственных нужд



Шкаф привода, в составе:

- моторный привод разъединителя
- устройство сбора и передачи данных (УСД)
- ИБП (аккумуляторный)

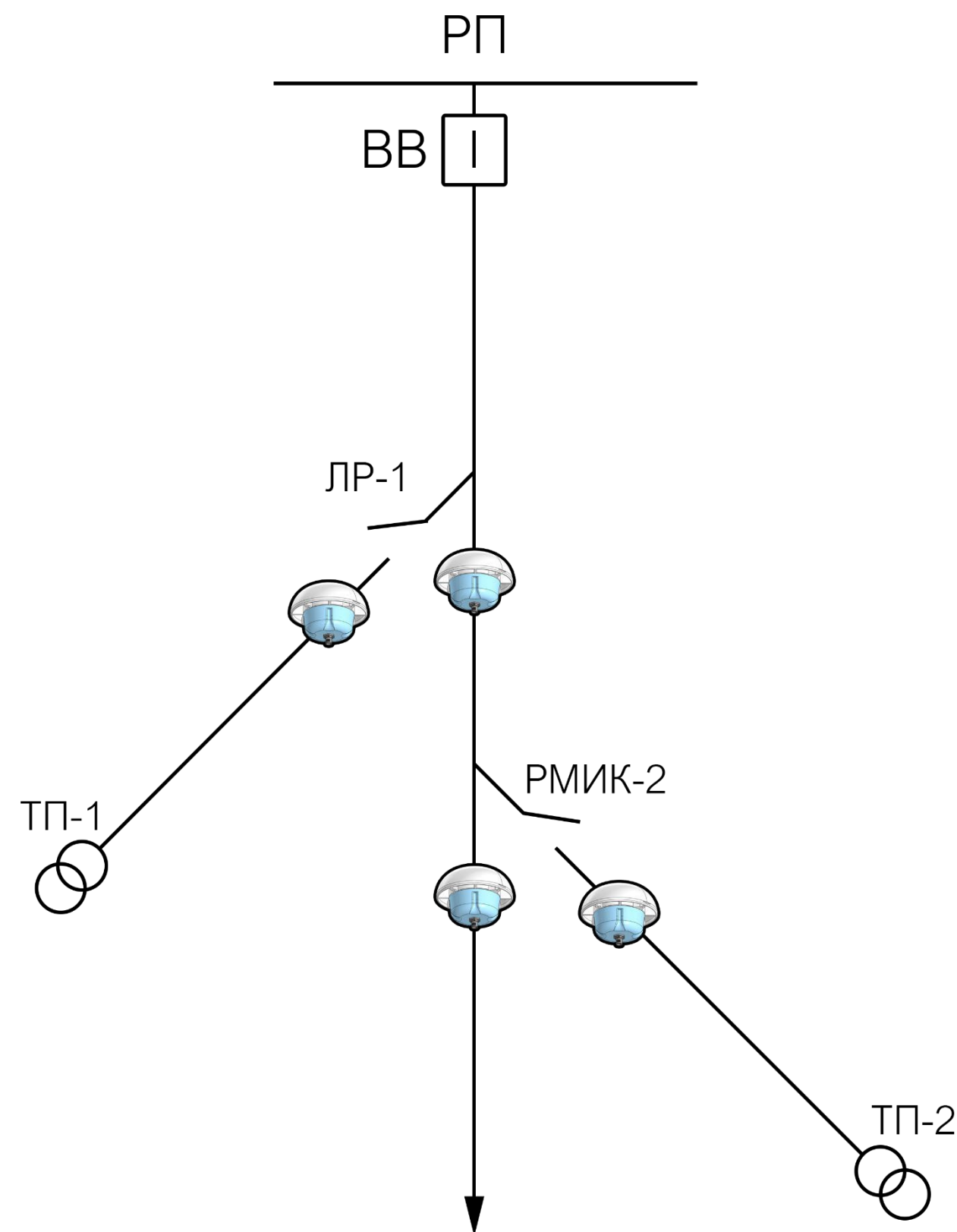


Размещение

Места установки индикатора определяются в соответствии с технико-экономическим обоснованием. Индикаторы устанавливаются как на магистральные участки, так и на отпайки (с удалением от магистрали на два и более пролета). В точке установки индикатора должно быть исключено приближение или пересечение с другими ВЛ 6- 10-35-110кВ и выше.

Чем больше точек установки ИСЛ в сети, тем меньше времени понадобится оперативному персоналу для поиска места аварии.

АРМ диспетчера ЦУС позволяет отображать на электрической и ГИС схеме объектов текущее состояние ВЛ. При возникновении однофазного замыкания на землю и/или короткого замыкания в электрической сети АРМ выдает диспетчеру сигнализацию соответствующую поврежденному участку сети.

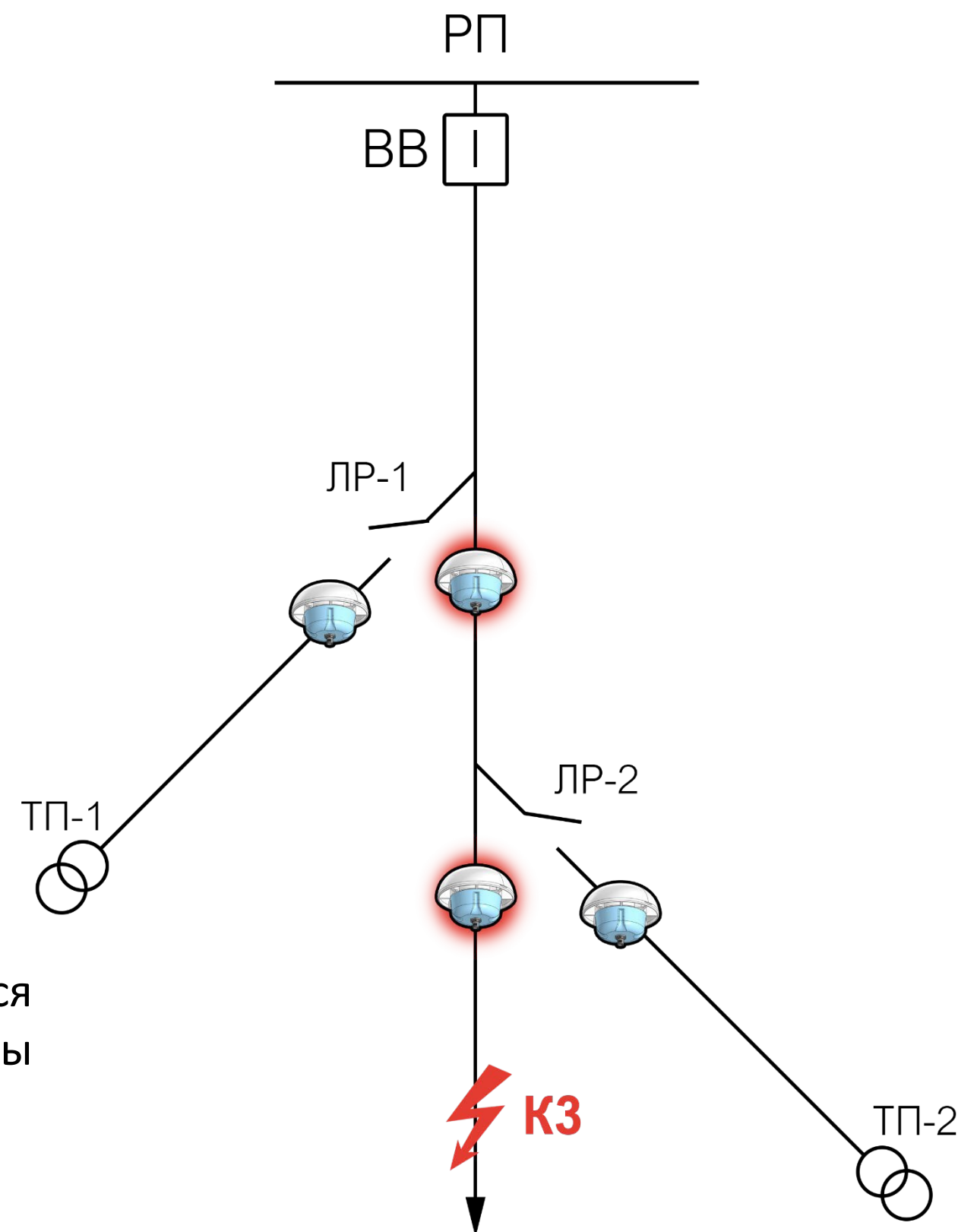




Принцип фиксации КЗ

При наличии протекания тока КЗ на контролируемом участке сети:

1. Индикатор ИСЛ фиксирует факт КЗ, основываясь на превышении уровня магнитного поля и снижении уровня электрического поля относительно заданных уставок.
2. Фидер отключается выключателем в центре питания (ПС, РП) по команде РЗА.
3. УСД ЭНКМ-3 передает полученную от ИСЛ аварийную сигнализацию о факте КЗ в ЦУС.
4. Сигнализация аварии высвечивается на ИСЛ и блинкерном модуле индикации шкафа УСД.
5. Оперативная бригада, ориентируясь на данные от диспетчера и на индикацию ИСЛ, находит место повреждения.
6. При восстановлении работы ВЛ индикаторы квитируются автоматически (настраивается) или с помощью команды телеуправления из ЦУС.

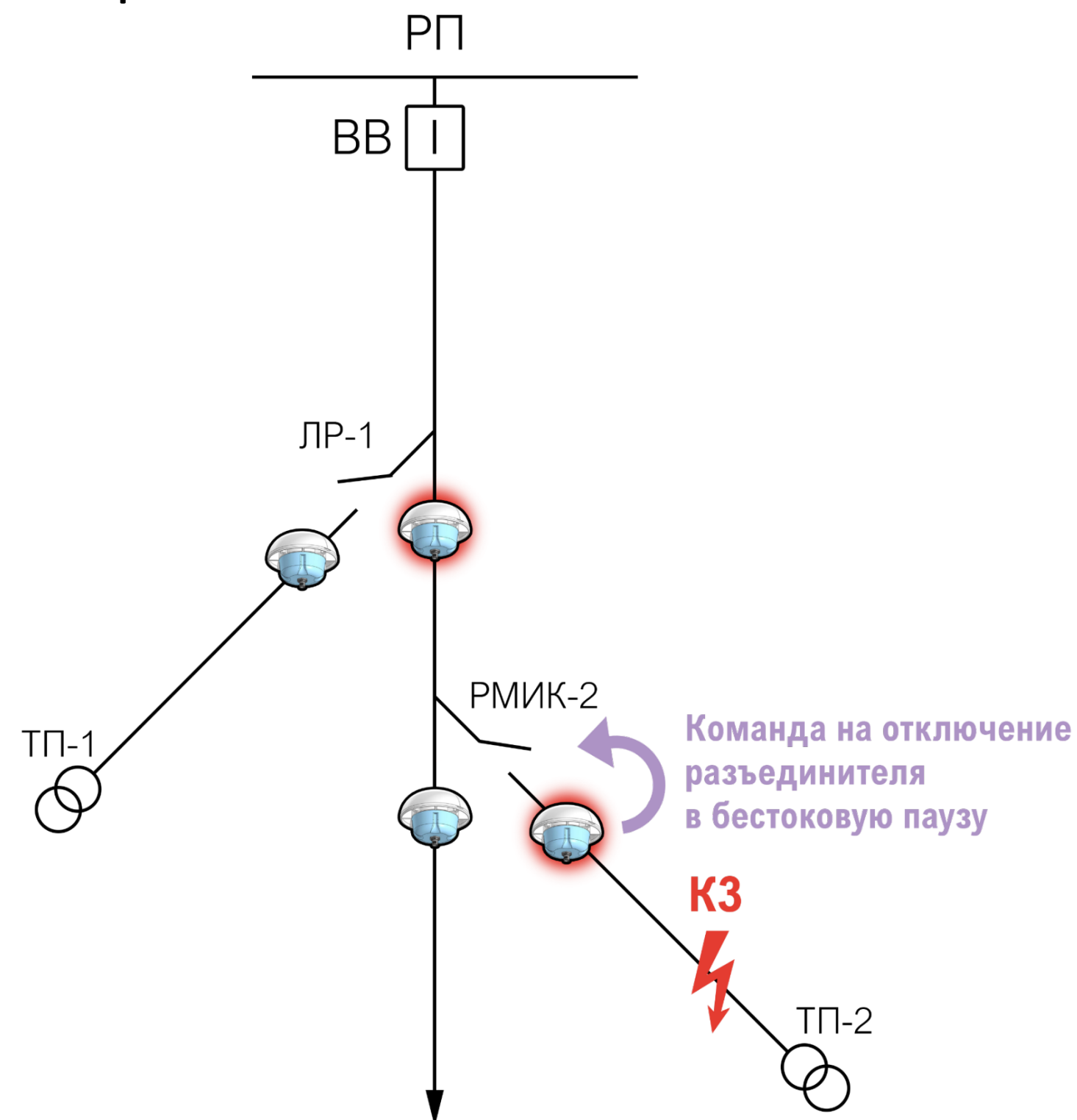




Принцип фиксации и автоматической локализации КЗ

При наличии протекания тока КЗ на контролируемом участке сети:

1. Индикатор ИСЛ фиксирует факт КЗ, основываясь на превышении уровня магнитного поля и снижении уровня электрического поля относительно заданных уставок.
2. Фидер отключается выключателем в центре питания (ПС, РП) по команде РЗА.
3. УСД ЭНКМ-3 передает полученную от ИСЛ аварийную сигнализацию о факте КЗ в ЦУС.
4. УСД ЭНКМ-3 в соответствии с заданной логикой (автоматикой) посылает команду на отключение ЛРДУ в бестоковую паузу между АПВ1-АПВ2.
5. ЛРДУ разводит контакты, локализуя повреждённый участок сети.
6. Вышестоящий выключатель включается по команде АПВ2.
7. Питание потребителей восстанавливается на неповреждённых участках сети.

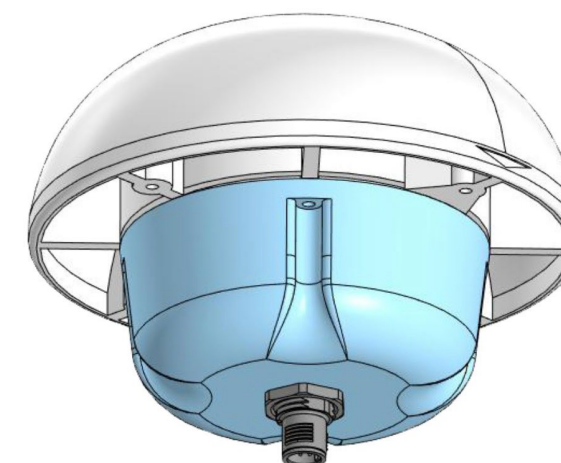




Принцип фиксации ОЗЗ

В ёмкостном токе замыкания на землю содержатся составляющие высших гармоник, величина которых соизмерима с составляющей первой гармоники. Дугогасящая катушка (реактор) не компенсирует высокочастотную составляющую тока однофазного замыкания на землю. Высшие гармоники тока и напряжения нулевой последовательности производят магнитные и электрические поля соответствующей частоты в линиях.

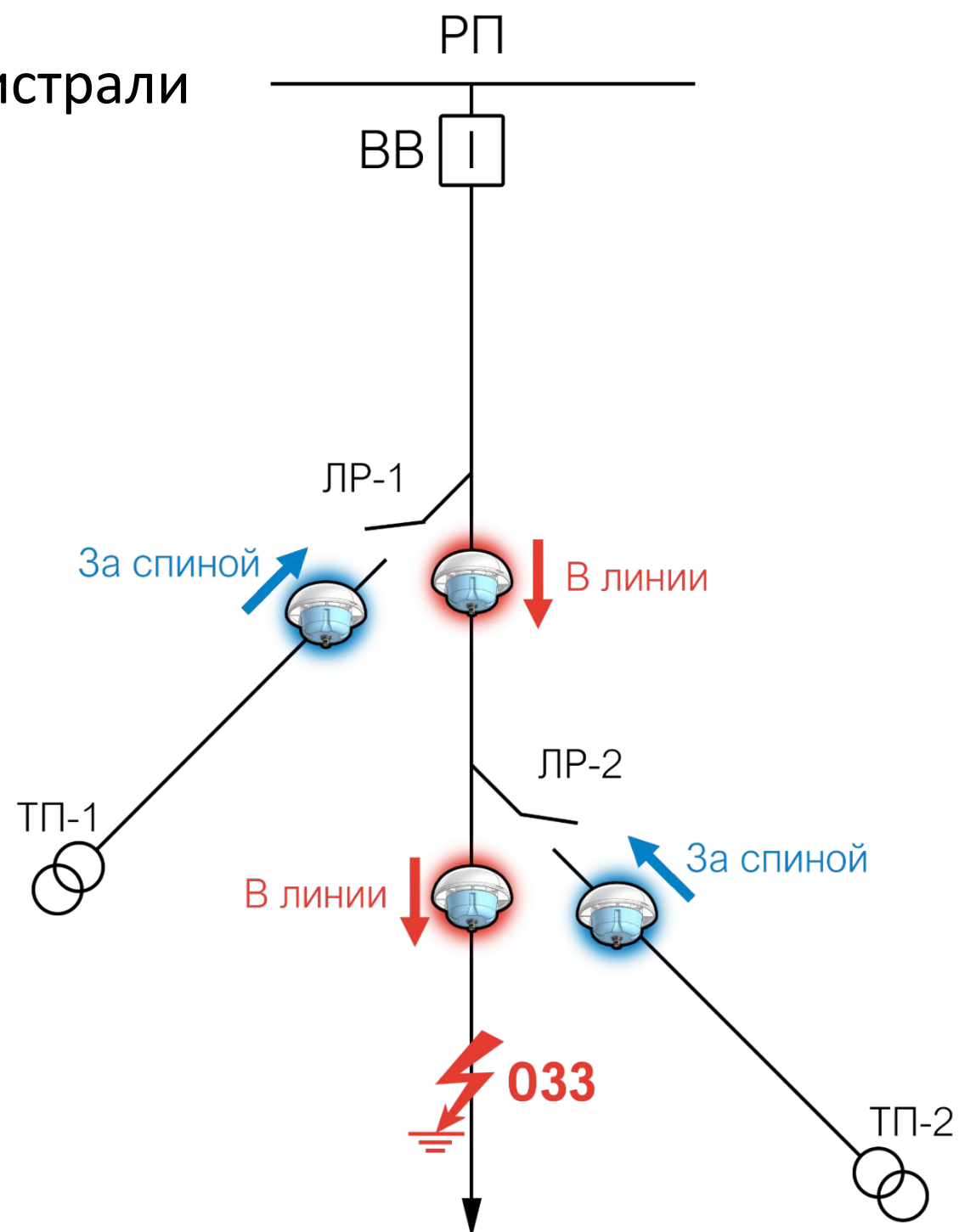
ИСЛ детектирует высшие гармоники в измеряемых полях и на основе собственного алгоритма их сравнения определяет факт замыкания. По наличию высших гармоник напряжения определяется факт ОЗЗ, а по уровню и фазовому сдвигу высших гармоник тока ИСЛ определяет направление («в линии» / «за спиной»).



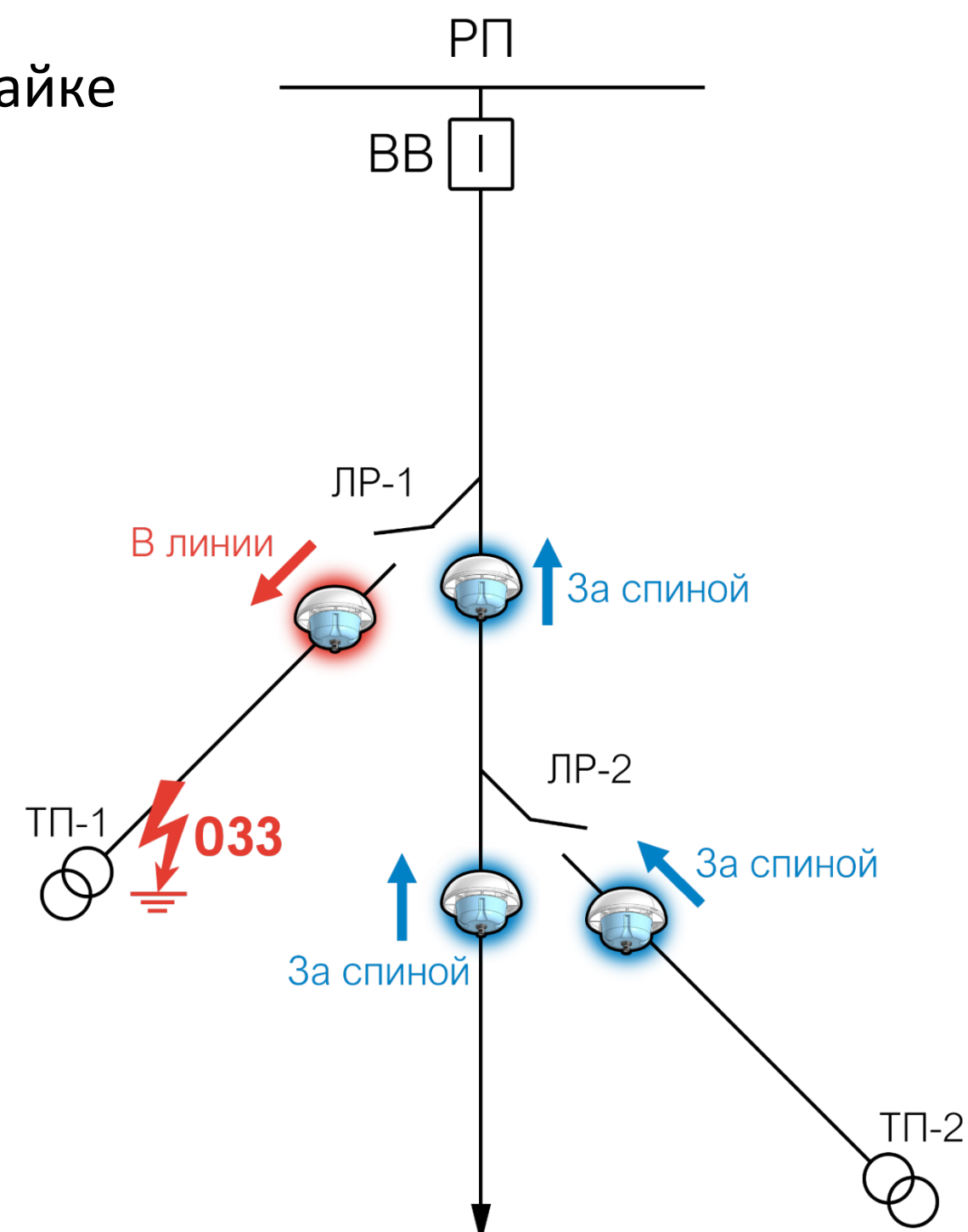


Принцип фиксации ОЗЗ

ОЗЗ в магистрали



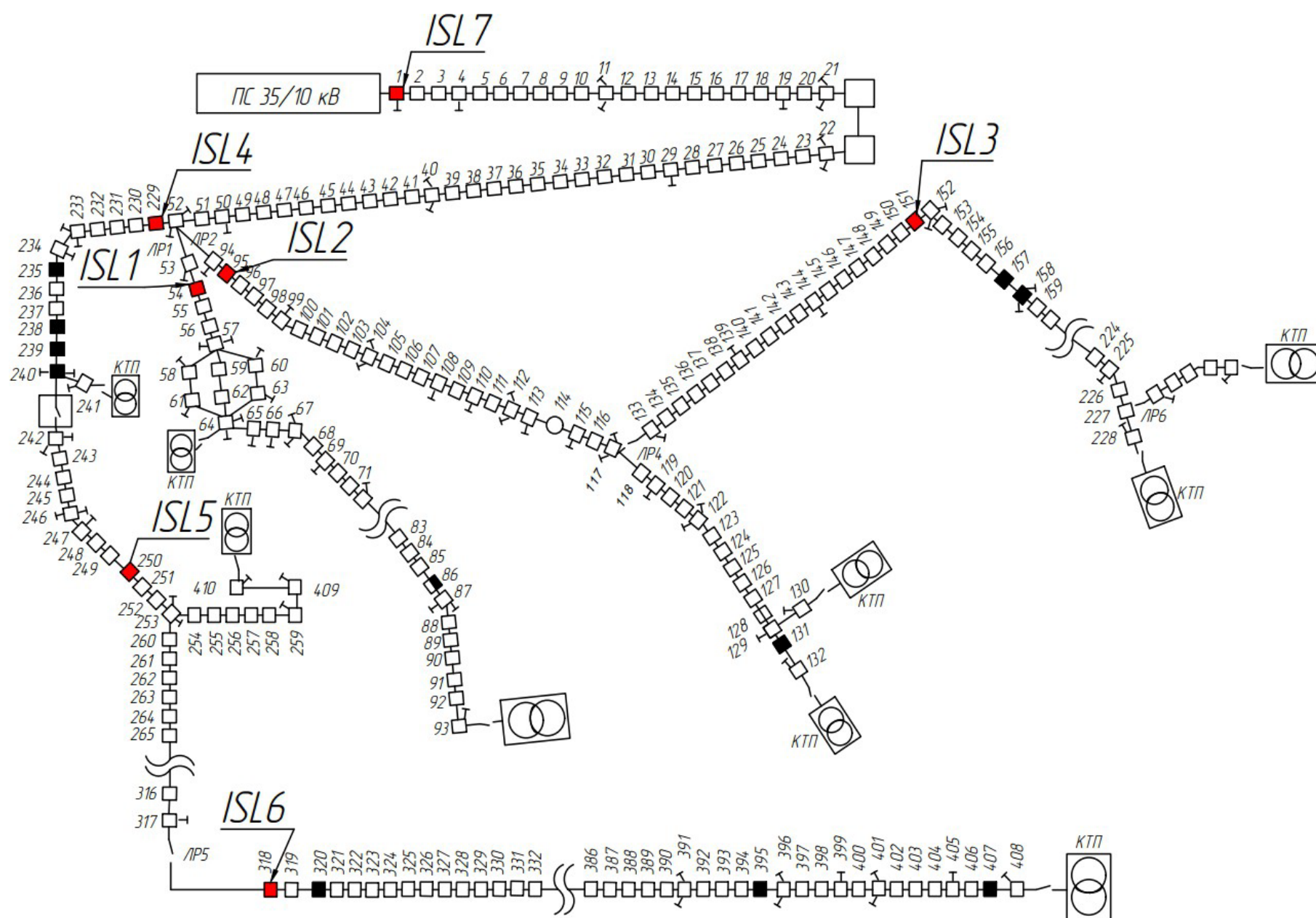
ОЗЗ на отпайке





Опытно-промышленная эксплуатация

В период с 19.11.2021 по 20.09.2022 на объектах ВЛ электросетевого комплекса АО «Вологодская областная энергетическая компания» проводилась опытно-промышленная эксплуатация.



В ходе ОПЭ было произведено опробование ИСЛ на ВЛ с различным:

- а) расположением датчика под проводами;
- б) подвесом проводов на опоре;
- с) маркой проводов ВЛ.

Результаты ОПЭ:

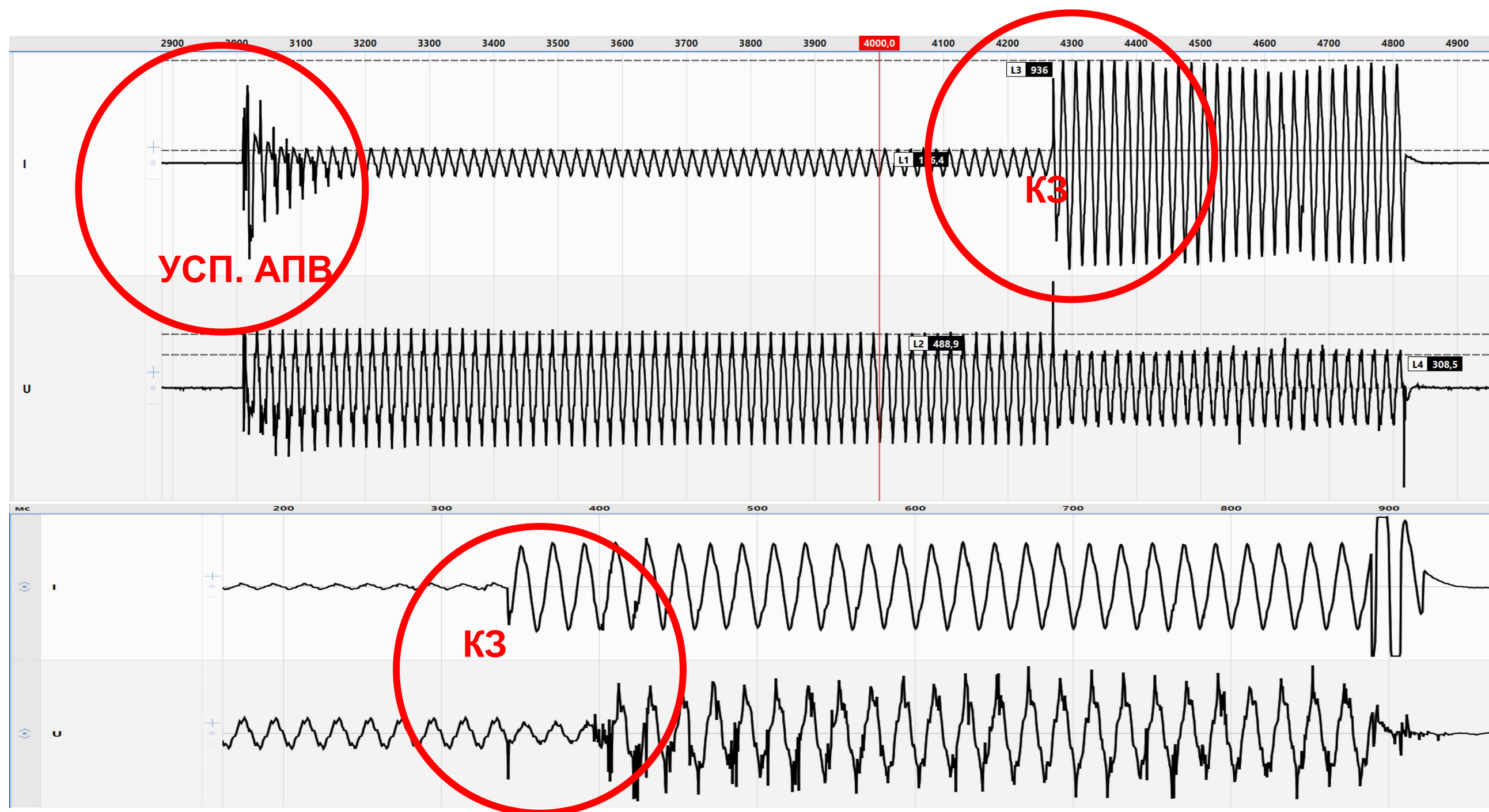
Корректная работа ИСЛ в сети различной конфигурации.

Зафиксировано:

- 10 КЗ
- 3 ОЗЗ



Аварийные осциллограммы ИСЛ (8 сек.)





Опыт искусственного ОЗЗ в конце ВЛ (за оп.318)

Дискретные

Объект \ Параметр	Наличие напряжения	Наличие тока	ОЗЗ в линии	ОЗЗ за спиной	КЗ	Наличие напряжения высших гармоник	Наличие тока высших гармоник	Тестовый режим
Опора 54	1 10:07:48.900	1 10:07:48.900	0 10:07:48.413	0 10:07:48.413	0 10:07:48.413	0 10:49:48.046	0 10:07:48.413	0 10:07:48.413
Опора 95	1 10:09:36.591	1 10:09:36.591	0 10:09:36.591	0 10:09:36.591	0 10:09:36.591	0 10:49:45.153	0 10:09:36.591	0 10:09:36.591
Опора 151	1 10:09:47.089	1 10:09:47.089	0 10:09:47.089	0 10:09:47.089	0 10:09:47.089	0 10:46:19.428	0 10:09:47.089	0 10:09:47.089
Опора 229	1 10:10:35.013	1 10:10:35.013	0 10:10:35.013	0 10:10:35.013	0 10:10:35.013	0 10:50:16.535	0 10:10:35.013	0 10:10:35.013
Опора 250	1 10:11:13.308	1 10:11:13.308	0 10:11:13.308	0 10:11:13.308	0 10:11:13.308	0 10:49:59.091	0 10:11:13.308	0 10:11:13.308
Опора 318	...	...	...	...	...	...	...	...

Аналоговые

Объект \ Параметр	Напряжение	Ток	Напряжение высших гармоник	Ток высших гармоник
Опора 54	5100.00 10:50:29.395	12.75 10:50:28.512	27.00 10:50:15.825	10.00 10:07:48.420
Опора 95	5700.00 10:50:20.179	12.92 10:50:23.875	27.00 10:50:29.881	14.00 10:40:44.905
Опора 151	3330.00 10:50:25.063	2.21 10:50:03.564	10.00 10:49:25.350	5.00 10:41:25.333
Опора 229	4980.00 10:50:21.977	9.01 10:49:46.693	36.00 10:50:30.000	10.00 10:50:27.017
Опора 250	5320.00 10:50:29.055	4.76 10:49:09.000	31.00 10:50:29.559	IV ? 10:11:08.495
Опора 318	...	...	...	...

ОЗЗ

Дискретные

Объект \ Параметр	Наличие напряжения	Наличие тока	ОЗЗ в линии	ОЗЗ за спиной	КЗ	Наличие напряжения высших гармоник	Наличие тока высших гармоник	Тестовый режим
Опора 54	1 10:56:36.596	1 10:56:36.596	0 10:07:48.413	1 10:56:38.923	0 10:07:48.413	1 10:56:35.753	0 10:56:36.175	0 10:07:48.413
Опора 95	1 10:56:36.769	1 10:56:36.727	0 10:09:36.591	1 10:56:39.094	0 10:09:36.591	1 10:56:35.929	0 10:56:36.223	0 10:09:36.591
Опора 151	1 10:56:36.680	1 10:56:36.638	0 10:09:47.089	1 10:56:38.992	0 10:09:47.089	1 10:56:35.838	0 10:56:36.091	0 10:09:47.089
Опора 229	1 10:56:36.584	1 10:56:36.532	1 10:56:38.838	0 10:10:35.013	0 10:10:35.013	1 10:56:35.743	1 10:56:35.743	0 10:10:35.013
Опора 250	1 10:56:36.800	1 10:56:36.758	1 10:56:39.093	0 10:11:13.308	0 10:11:13.308	1 10:56:35.960	1 10:56:35.960	0 10:11:13.308
Опора 318	1 10:58:50.856	1 10:58:50.856	1 10:58:50.856	0 10:58:50.856	0 10:58:50.856	1 10:58:50.856	1 10:58:50.856	0 10:58:50.856

Аналоговые

Объект \ Параметр	Напряжение	Ток	Напряжение высших гармоник	Ток высших гармоник	Температура	Освещенность
Опора 54	19560.00 10:58:50.572	13.77 10:58:50.740	194.00 10:58:50.446	9.00 10:56:36.368	21.50 10:07:48.420	272.80 10:58:50.740
Опора 95	19740.00 10:58:50.824	16.49 10:58:45.910	194.00 10:58:50.404	12.00 10:56:36.416	IV ? 10:09:32.119	58.40 10:58:50.824
Опора 151	24150.00 10:58:50.812	3.74 10:58:45.022	257.00 10:58:50.350	9.00 10:57:26.830	IV ? 10:09:42.945	32.80 10:58:50.769
Опора 229	23220.00 10:58:50.684	9.86 10:58:50.768	148.00 10:58:50.516	15.00 10:56:36.021	IV 21.20 10:10:35.013	66.40 10:58:50.390
Опора 250	20060.00 10:58:50.223	6.29 10:58:50.937	165.00 10:58:50.097	22.00 10:58:39.601	IV 21.60 10:11:13.308	52.80 10:58:50.643
Опора 318	15240.00 10:57:31.205	3.23 10:57:27.719	117.00 10:57:32.129	16.00 10:57:30.617	IV 10.80 10:58:49.774	30.40 10:57:32.297



Опытно-промышленная эксплуатация



ИСЛ и ЛРДУ на опоре



ИСЛ на опоре



ИСЛ на кронштейне

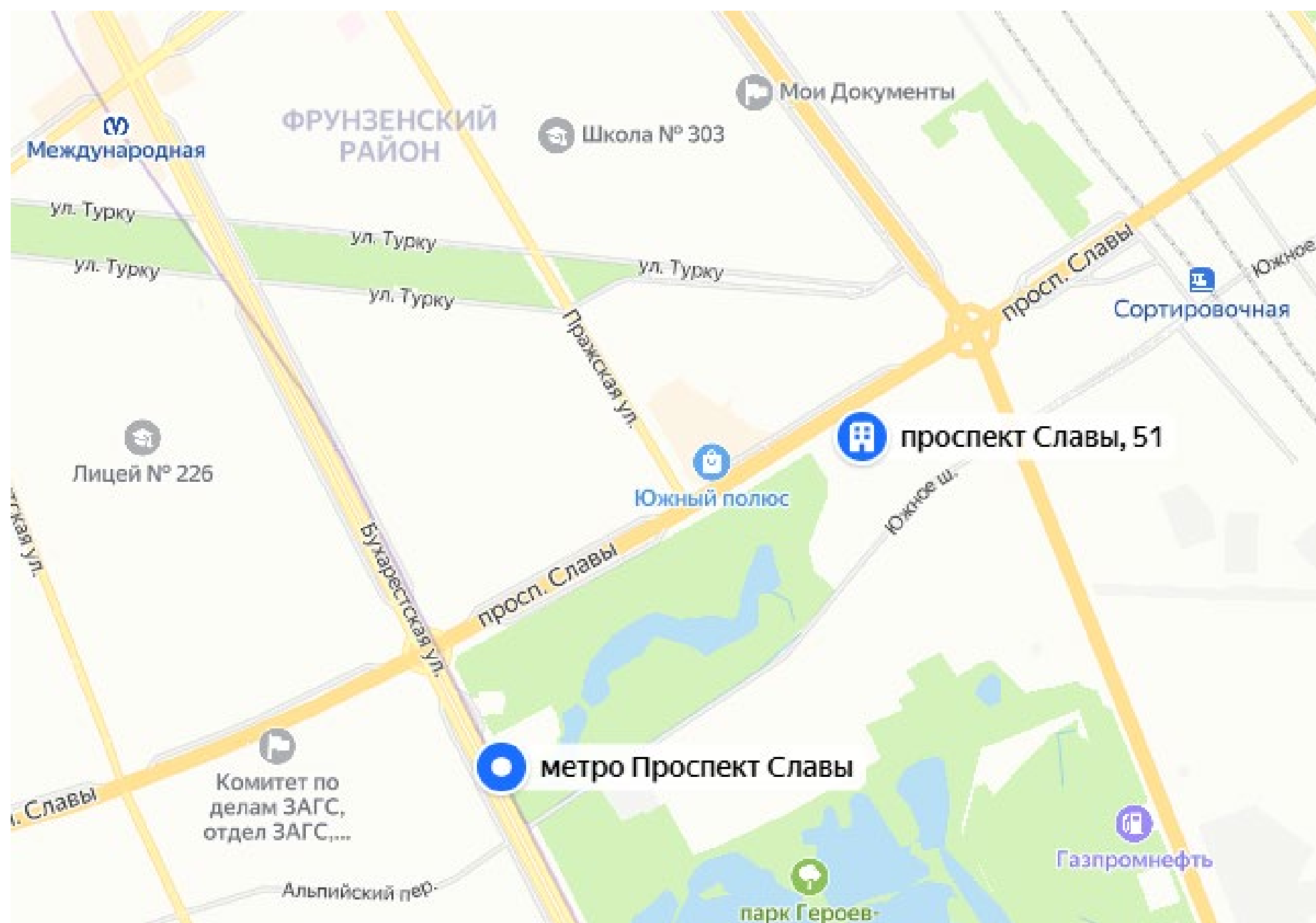


ООО «ЦИФРОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

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