

Модель выбора оптимального варианта реализации цифрового РЭС



Леонид Орлов,
технический директор
ООО «ИНБРЭС»

Проблемы распределительных сетей

- Старение оборудования
- Высокая повреждаемость
- Ухудшение надежности электроснабжения
- Высокие эксплуатационные затраты
- Минимальная наблюдаемость
- Ограниченное финансирование



Основные элементы SMART GRID

- Современные SCADA и ПО уровня РЭС
- Автоматизированное секционирование
- ИКЗ для ВЛ и КЛ
- Модернизация ПС, РП/ТП, ВЛ, КЛ
- Комплексы легкой ТМ
- «Умный» учет
- Селективные ОЗЗ с ОПФ
- Компенсация емкостных токов
- СИП
- Реконструкция
- Оптимизация схемы
- ...



Подход к решению

1. Модель выбора:

Комплексное применение различных технологий и мероприятий для повышения надежности сетей при оптимальных затратах

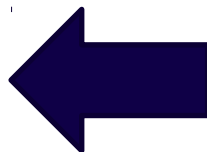
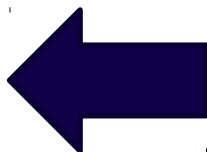


2. Уточняющие расчеты:

Детальная проработка и технико-экономическое обоснование вариантов оптимизации и автоматизации сети



Каждой проблеме – адекватное решение



Критерии для анализа – технические

- Показатели надежности электроснабжения (SAIFI, CAIDI, SAIDI)
- Повреждаемость оборудования
- % потерь в сети
- % недоотпуска
- Трудозатраты на текущую эксплуатацию
- Трудозатраты на ликвидацию аварийных ситуаций

Критерии для анализа – финансовые

- Капитальные и эксплуатационные затраты (CAPEX, OPEX)
- Финансовые затраты вследствие:
 - ликвидации аварийных ситуаций
 - повреждаемости оборудования
 - недоотпуска электроэнергии
 - потерь в сети
- Риски штрафных санкций вследствие несоответствия показателей надежности заданным нормативам

Ранжирование мероприятий и технологий

1. Оптимизация сети
2. Наблюдение и сигнализация (ИКЗ, ОЗЗ, ОМП)
3. Управление и автоматика (ТМ, управляемые КА)
4. Реконструкция и строительство

Влияние мероприятий на целевые показатели



Мероприятия и технологии	Влияние на целевые показатели							
	SAIFI	CAIDI	SAIDI	Недо-отпуск	Трудо-затраты	Аварий-ность	OPEX	CAPEX
1. Оптимизация сети								
2. Наблюдение и сигнализация								
2.1. Селективная ОЗЗ на ПС								
2.2. ИКЗ на ВЛ 2.3. ОМП на ВЛ								

Влияние мероприятий на целевые показатели

Мероприятия и технологии	Влияние на целевые показатели							
	SAIFI	CAIDI	SAIDI	Недо-отпуск	Трудо-затраты	Аварий-ность	OPEX	CAPEX
3. Управление и автоматика (управляемые КА)								
3.1. Реклоузер								
3.2. Выключатель нагрузки								
3.3. Разъединитель								



Модель выбора решения

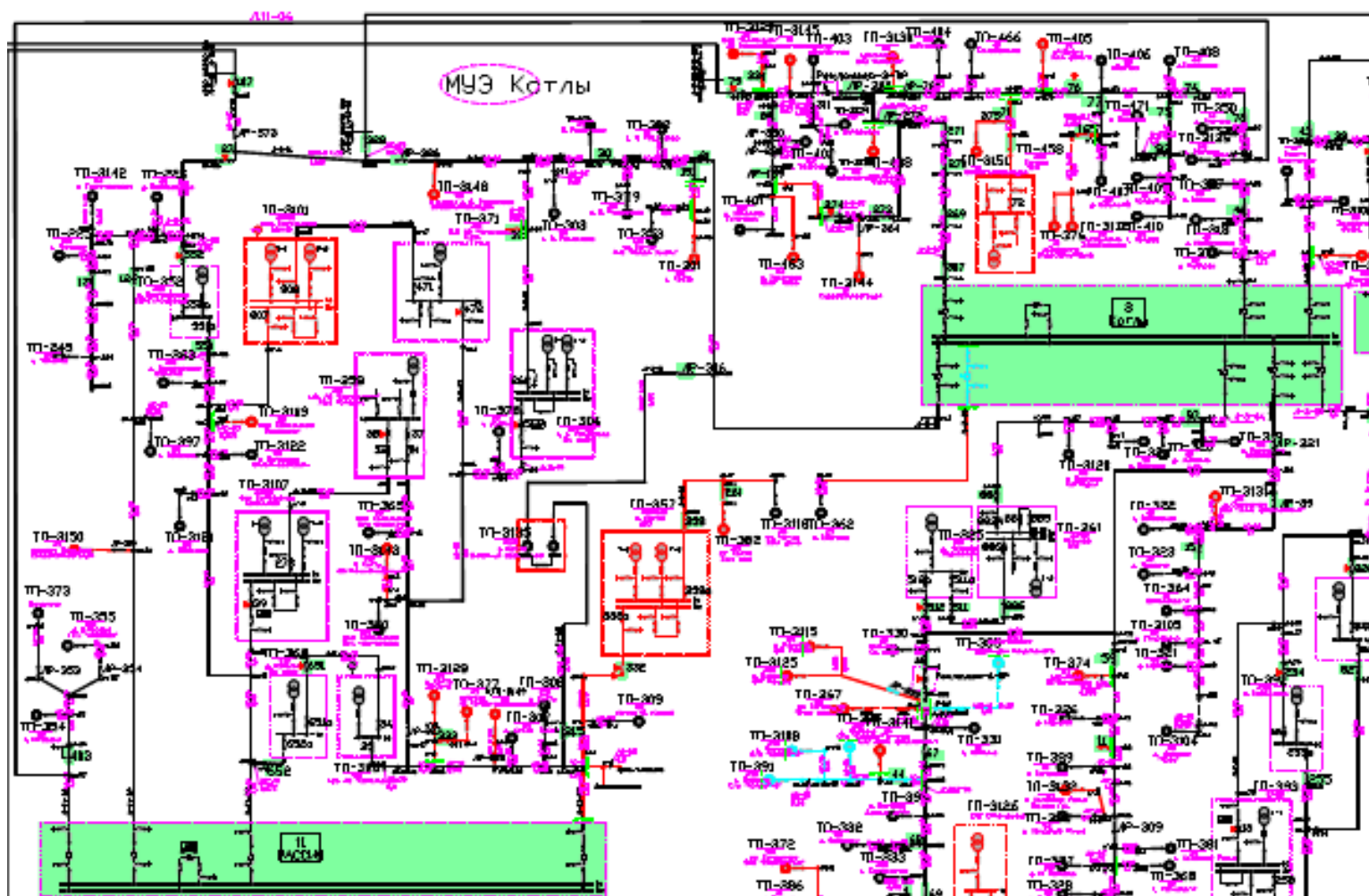
Мероприятия и технологии		Сценарии модернизации					
		1. Мин	2. Легкий	3. Базовый	4. Расши- ренный	5. Макс	***
1. Оптимизация сети		+	+	+	+	+	*
2. Наблюдение и сигнализация							
ПС	ОЗЗ	+	+	+	+	+	*
ВЛ	ИКЗ	+	+	+	+	+	*
ПС	ОМП		*	*	*	*	*
3. Управление и автоматика							
ПС	ТМ		+	+	+	+	*
ПС	Выкл.		+	+	+	+	*
ВЛ	Фидер кольцевой - магистраль	ИКЗ	ВН/ Р	Рекл.	Рекл.	Рекл.	*
ВЛ	Фидер кольцевой - НР		ВН/ Р	Рекл.	Рекл.	Рекл.	*
ВЛ	Фидер радиальный	ИКЗ	ВН/ Р	Рекл.	Рекл.	Рекл.	*
ВЛ	Отайка 1	ИКЗ	ВН/ Р	ИКЗ	ВН/ Р	Рекл.	*
ВЛ	Отайка 2		ИКЗ		ИКЗ	ИКЗ	*
4. Реконструкция и строительство							
ПС				*	*	*	*
ВЛ				*	*	*	*



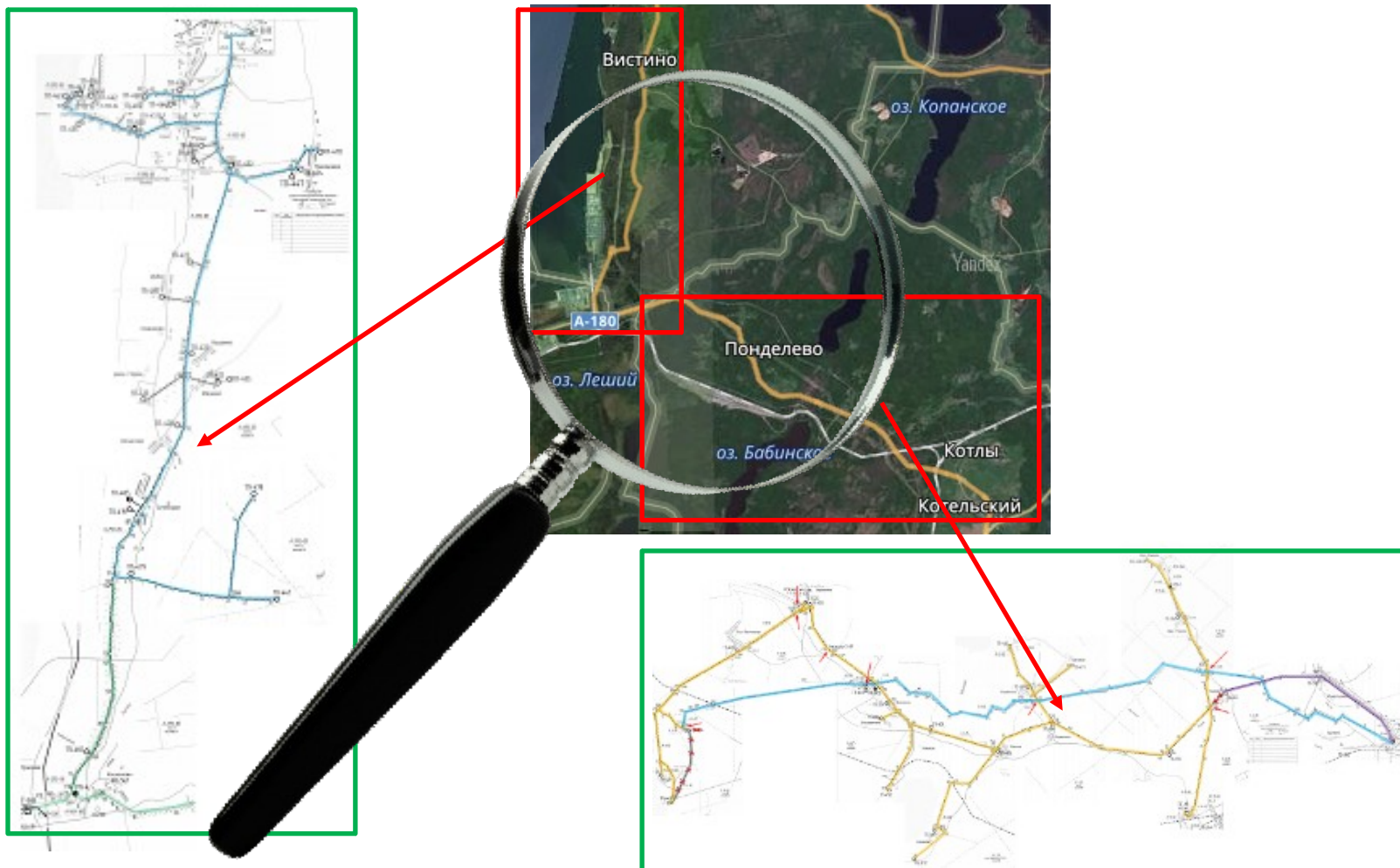
Уточняющие расчеты

- Инструмент для расчета надежности и ТЭО
- Расчеты показателей надежности, ущерба, экономического эффекта по различным сценариям модернизации
- Учет фактической повреждаемости с использованием архивных данных
- Комплексный анализ схемы и топологии сети, географического местоположения ее элементов

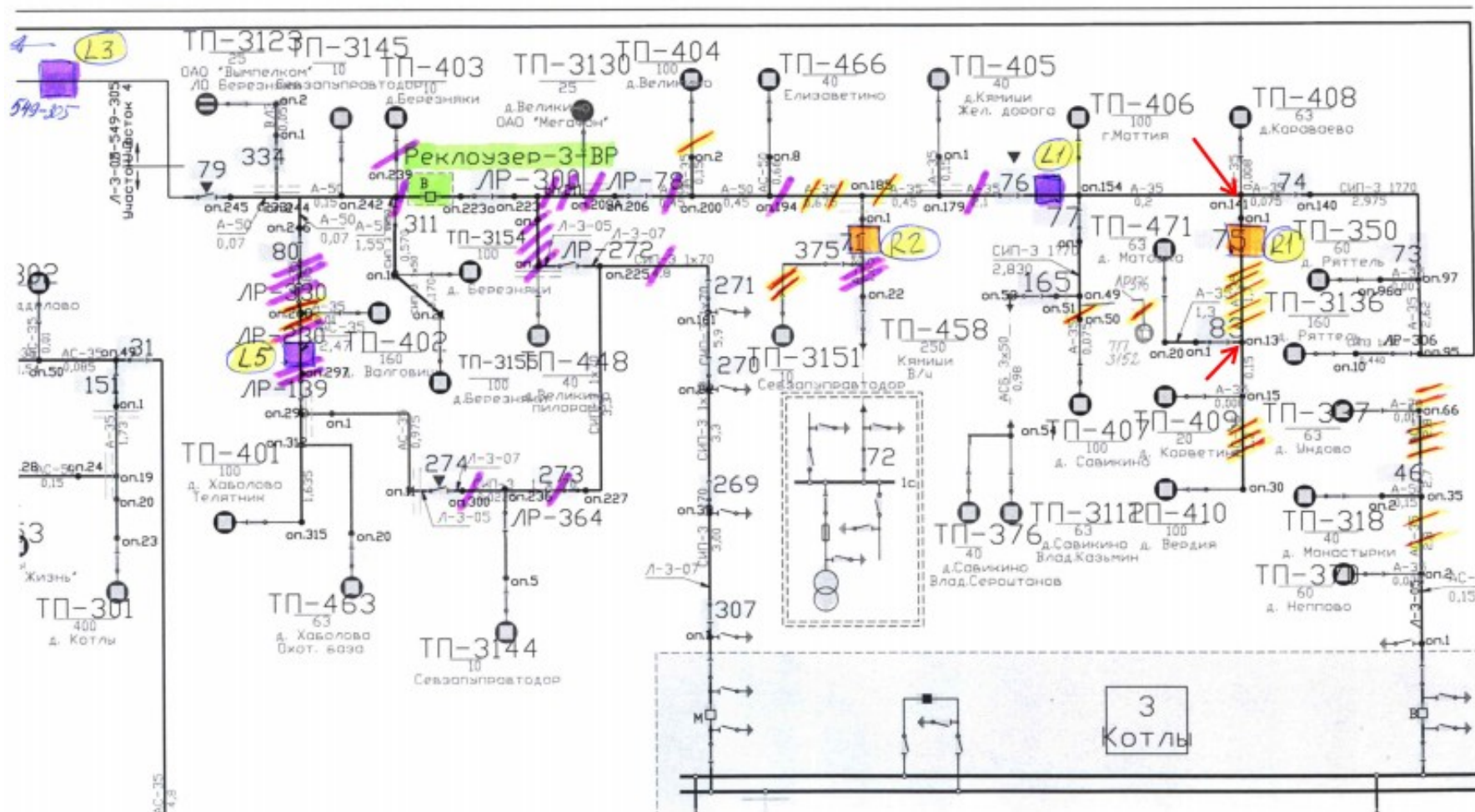
Пилотный проект – КнЭС Ленэнерго



Карта-схема пилотной зоны



Анализ повреждений



Исходные показатели надежности

Оценка текущих показателей надежности фидеров пилотной зоны. Исходное состояние.

			Кол-во потребителей		Повреждения (данные из СУПА)			Расчеты показателей надежности				
№	Фидер	Примечание	Кол-во ТП	Номин. мощн. фидера, кВА	Период, лет	Кол-во откл за период	Общая длит. откл, ч	SAIFI - кол-во откл. в год	CAIDI - Средн. Длит. 1 откл, ч	SAIDI - длит. откл. в год, ч	% недо-отпуска	Прим.
1	3-05 (ПС Котлы 35/10кВ)	Прим.1	3	163	3,5	6	45	1,71	7,50	12,86	0,15%	
2	11-06 (ПС Россия 35/10кВ)	Прим.1	27	2672	3,5	44	365	12,57	8,29	104,27	1,19%	
3	3-07 (ПС Котлы 35/10кВ)		1	10	3,5	6	32	1,71	5,37	9,21	0,11%	
4	292-05 (ПС Вистино 110/10кВ)		35	6422	3,5	27	291	7,71	10,79	83,26	0,95%	
5	549-305 (ПС Порт 110/10кВ)	Прим.2	9	571	2	8	104	4,00	12,98	51,91	0,59%	
	Итого по 5 фидерам		75	9838		91	837,44	8,71	9,86	85,91	0,98%	

Примечания:

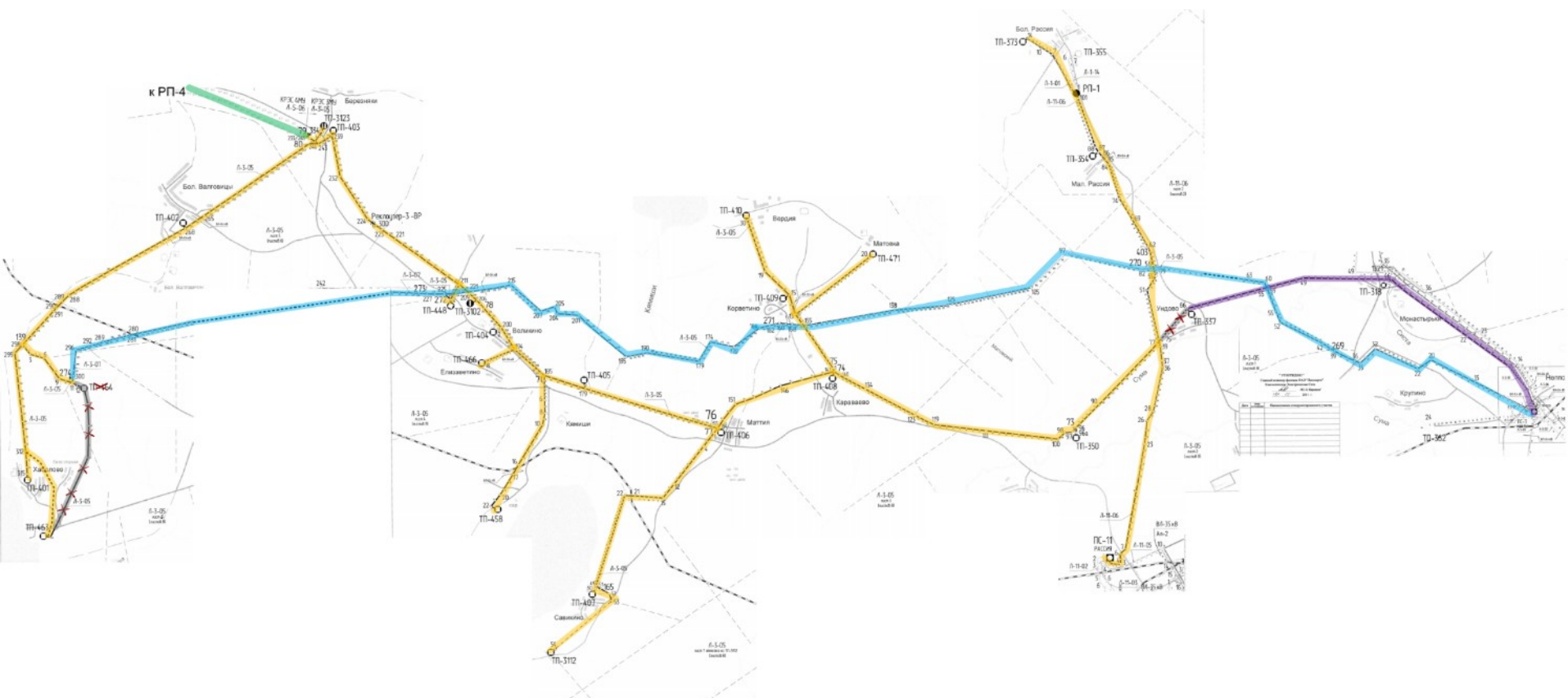
- В марте 2015г. большая часть нагрузки фидера 3-05 переведена на фидер 11-06
- Фидер 549-305 с сентября 2014г. выведен в ремонт

Таблица №2-6. Целевые значения основных КПЭ Холдинга¹⁰.

КПЭ	ЕИ	2013	2016
Доля рынка (по полезному отпуску)	%	72	73
Выручка	млрд руб.	857	1100
EBITDA	млрд руб.	163	217
Рост нетарифной выручки	%	2	5
SAIFI	шт.	7	2
SAIDI	Мин.	322	60
CAIDI	Мин.	46	30
Технические потери	%	8,5	8,9 ¹¹
Производительность труда	Выручка/чел в год, млн руб.	3,94	5,04

• Текущие показатели надежности существенно хуже нормативов ПАО "Россети".

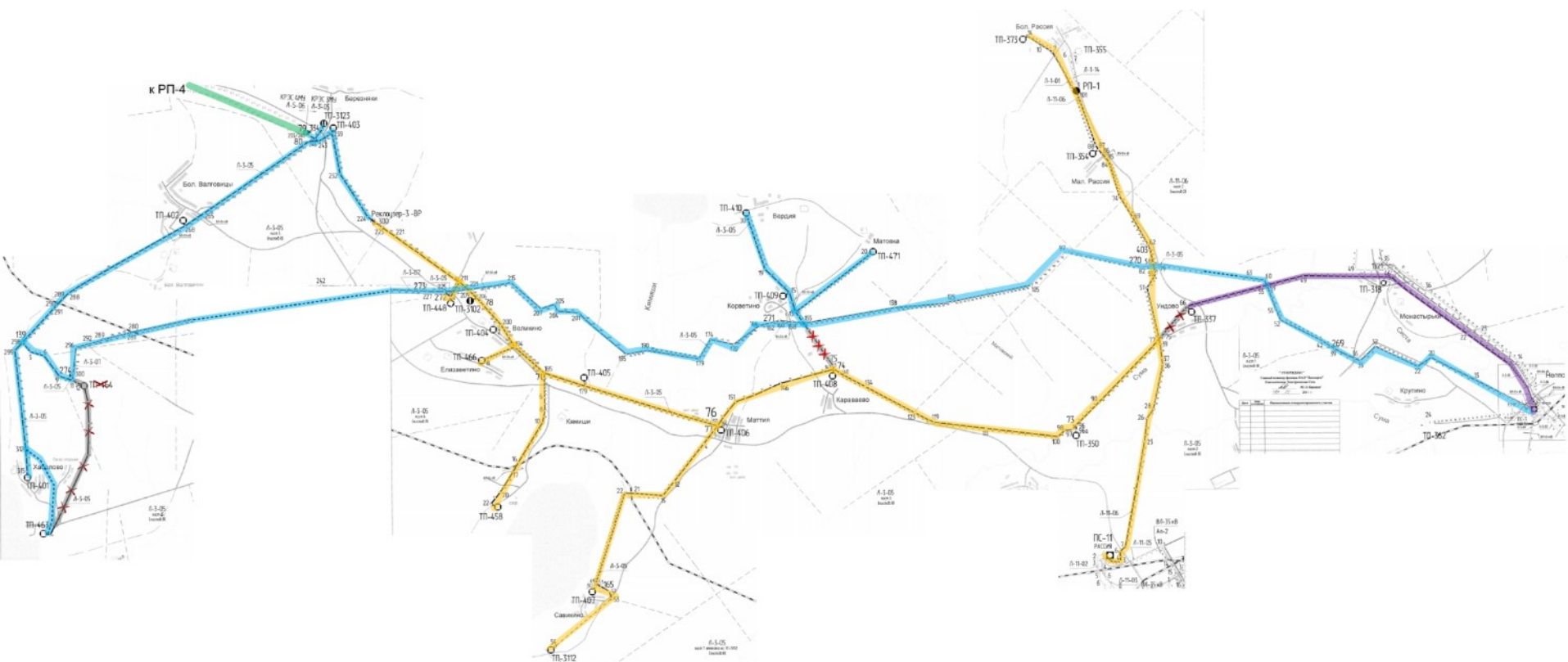
Показатель	Исходное состояние
SAIF	8,71
CAIDI	9,86
SAIDI	85,91
Недоотпуск э/э	169 031



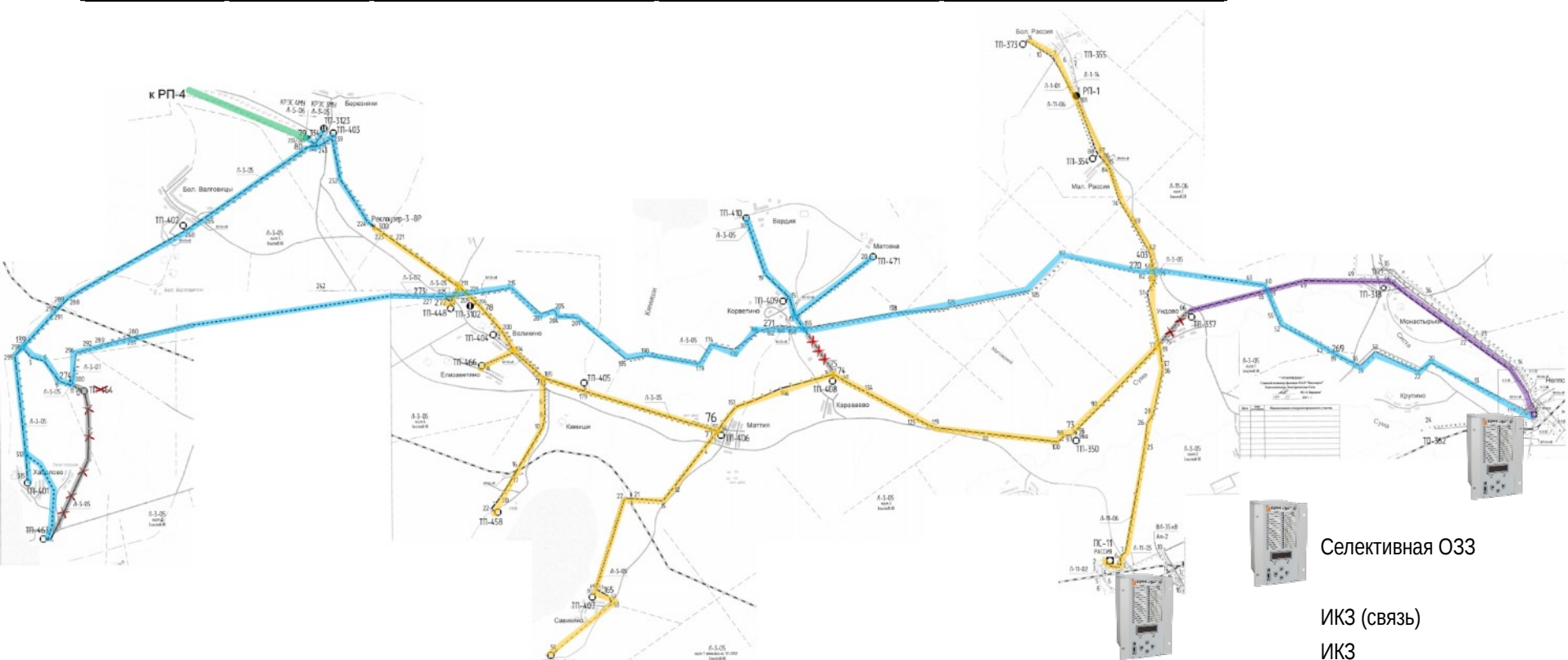


Оптимизация схемы ВЛ

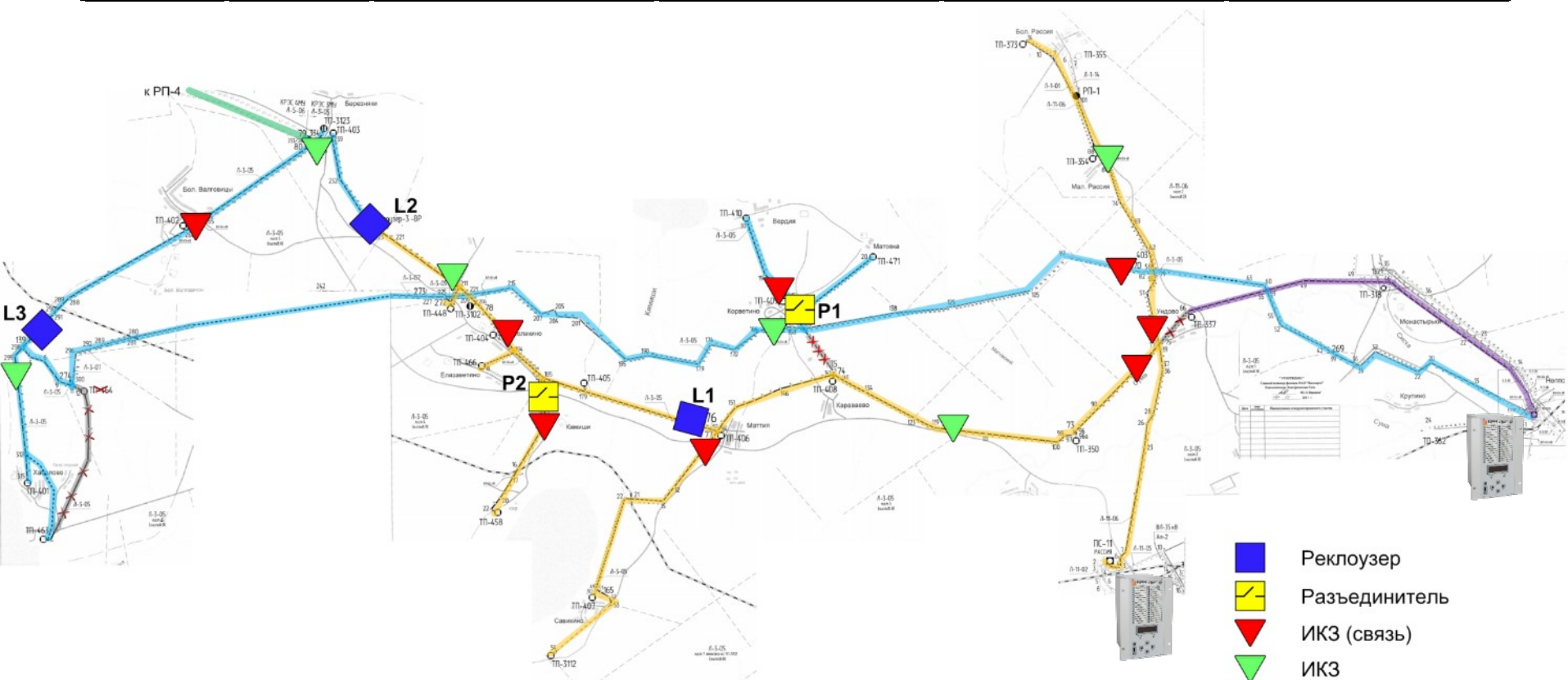
Показатель	Исходное состояние	1. Оптимизация схемы
SAIFI	8,71	7,41
CAIDI	9,86	9,98
SAIDI	85,91	73,96
Недоотпуск э/э	169 031	145 532



Показатель	Исходное состояние	1. Оптимизация схемы	2. Наблюдение (ТМ, ОЗЗ, ИКЗ)
SAIFI	8,71	7,41	6,51
CAIDI	9,86	9,98	7,85
SAIDI	85,91	73,96	51,05
Недоотпуск э/э	169 031	145 532	100 439

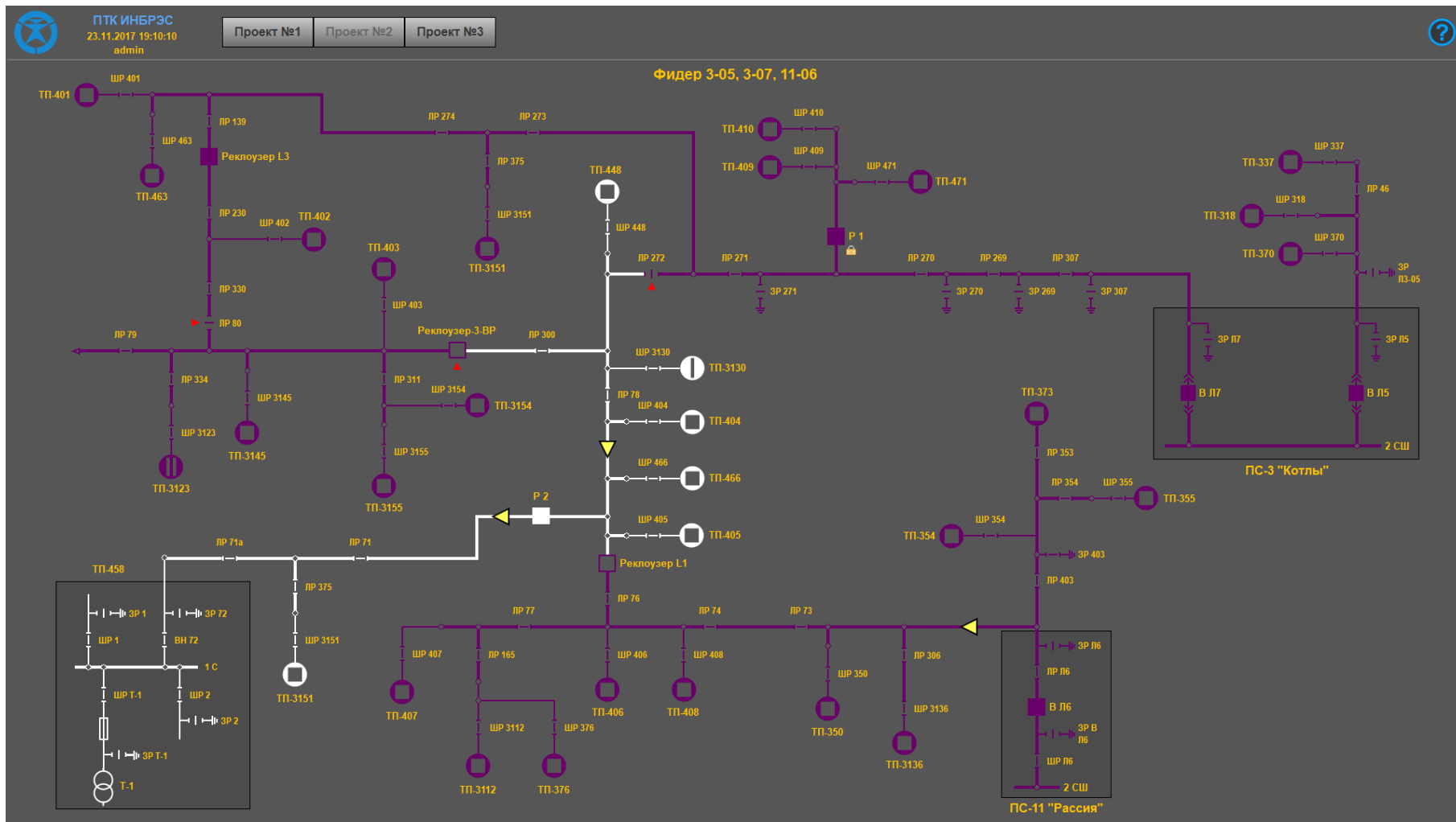


Показатель	Исходное состояние	1. Оптимизация схемы	2. Наблюдение (ТМ, ОЗЗ, ИКЗ)	3. Управление (РЕС, ВН, Р)
SAIFI	8,71	7,41	6,51	3,33
CAIDI	9,86	9,98	7,85	4,43
SAIDI	85,91	73,96	51,05	14,76
Недоотпуск э/э	169 031	145 532	100 439	29 043



SCADA «ИНБРЭС»

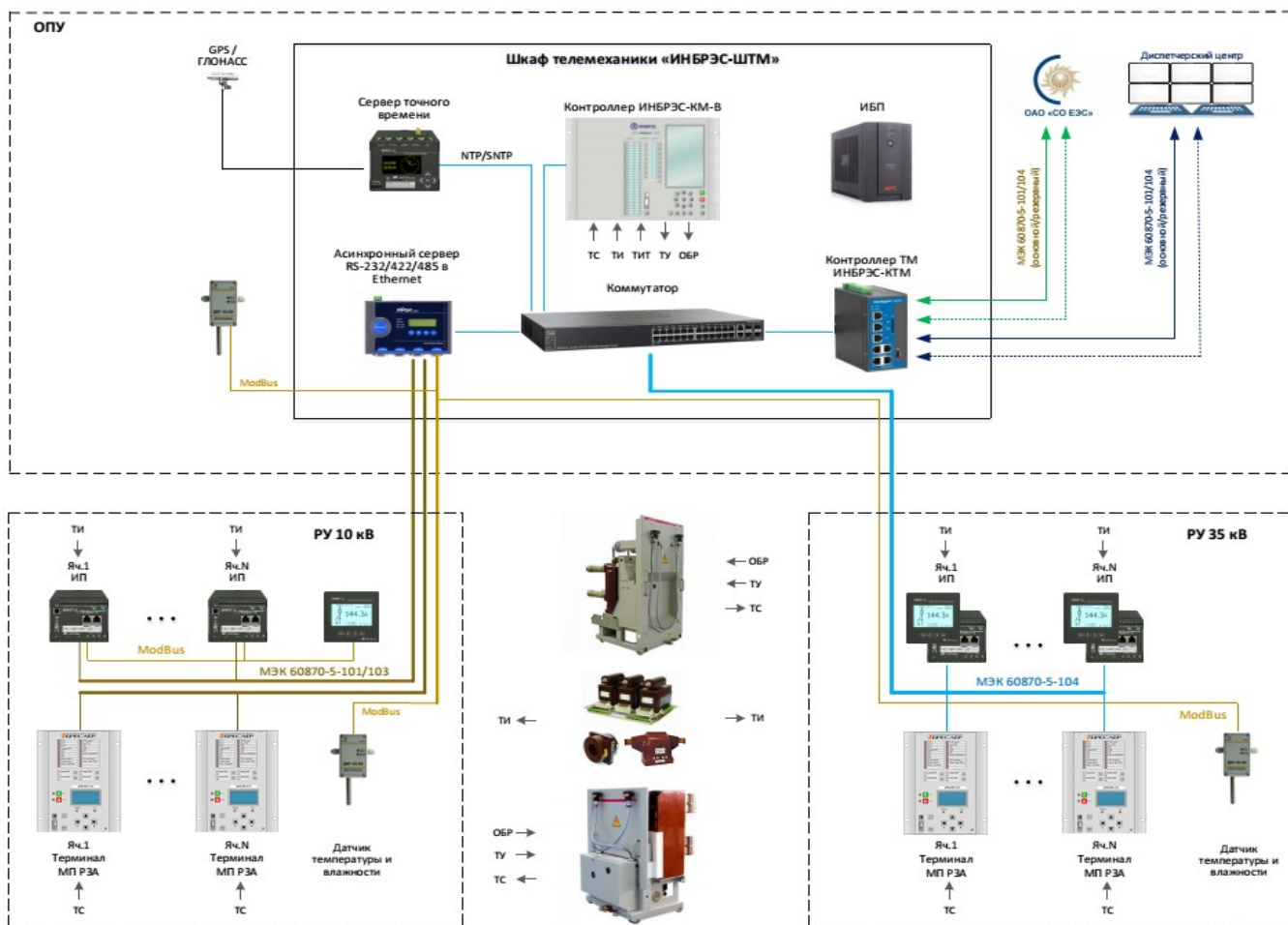
Мнемосхема участка РЭС с ВЛ



Ожидаемый эффект по опыту пилотного проекта

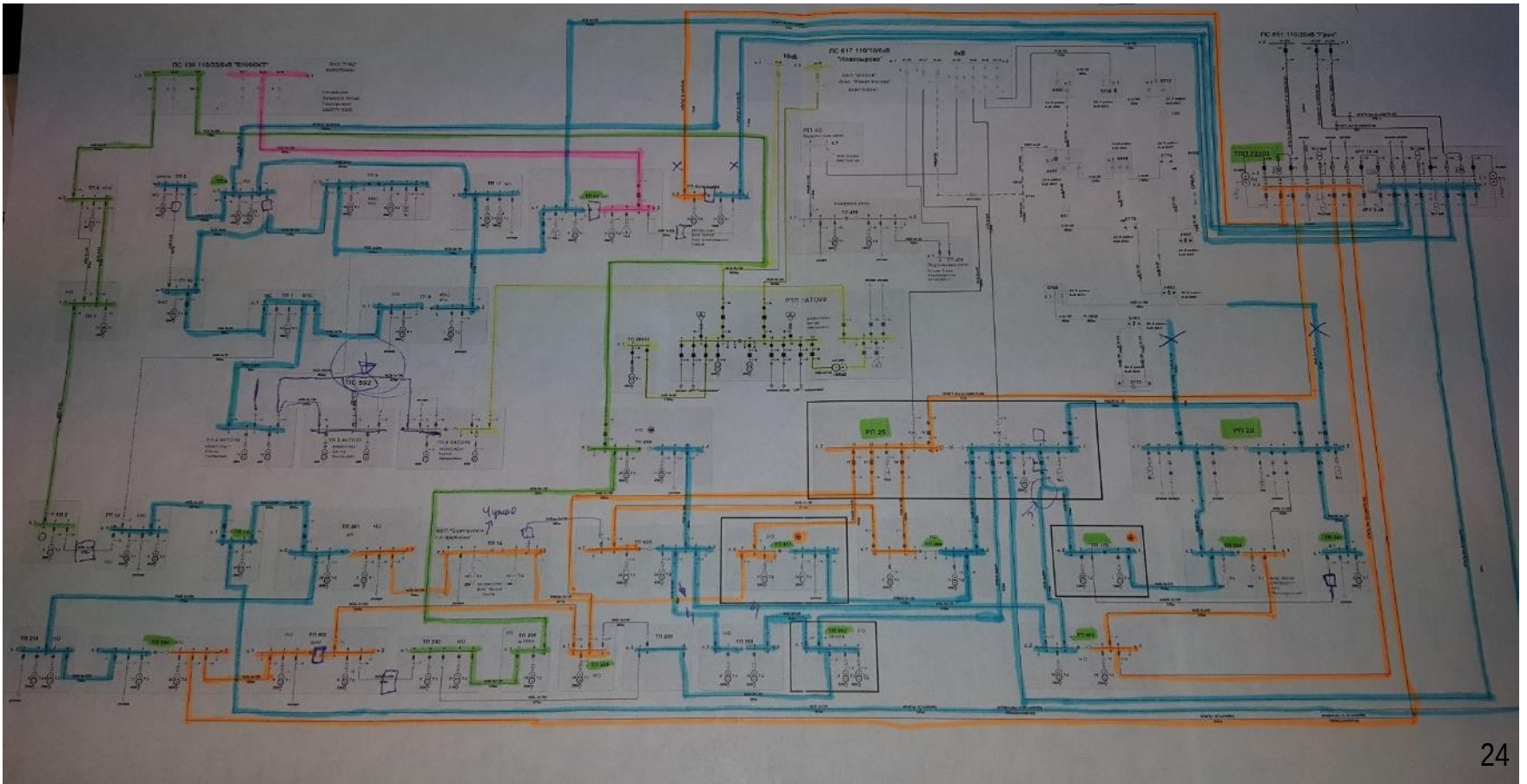
Целевые показатели		Значение (изменение)
Показатели надежности электроснабжения потребителей	SAIFI	Снижение в 2-4 раза
	CAIDI	Снижение в 1,5-2 раза
	SAIDI	Снижение в 3-8 раз
Недоотпуск электроэнергии		Снижение в 3-8 раз
Потери электроэнергии		Снижение в 1,5-2 раза
Финансовые показатели (экономический эффект)	OPEX	Снижение на 20-30%
	CAPEX	Снижение на 20-30%
Срок окупаемости проекта		9-10 лет

ТМ для ПС 35-110кВ



Состав ПТК ИНБРЭС уточняется в зависимости от требований конкретного проекта

Проблема отыскания ОЗЗ в разветвленной кабельной сети



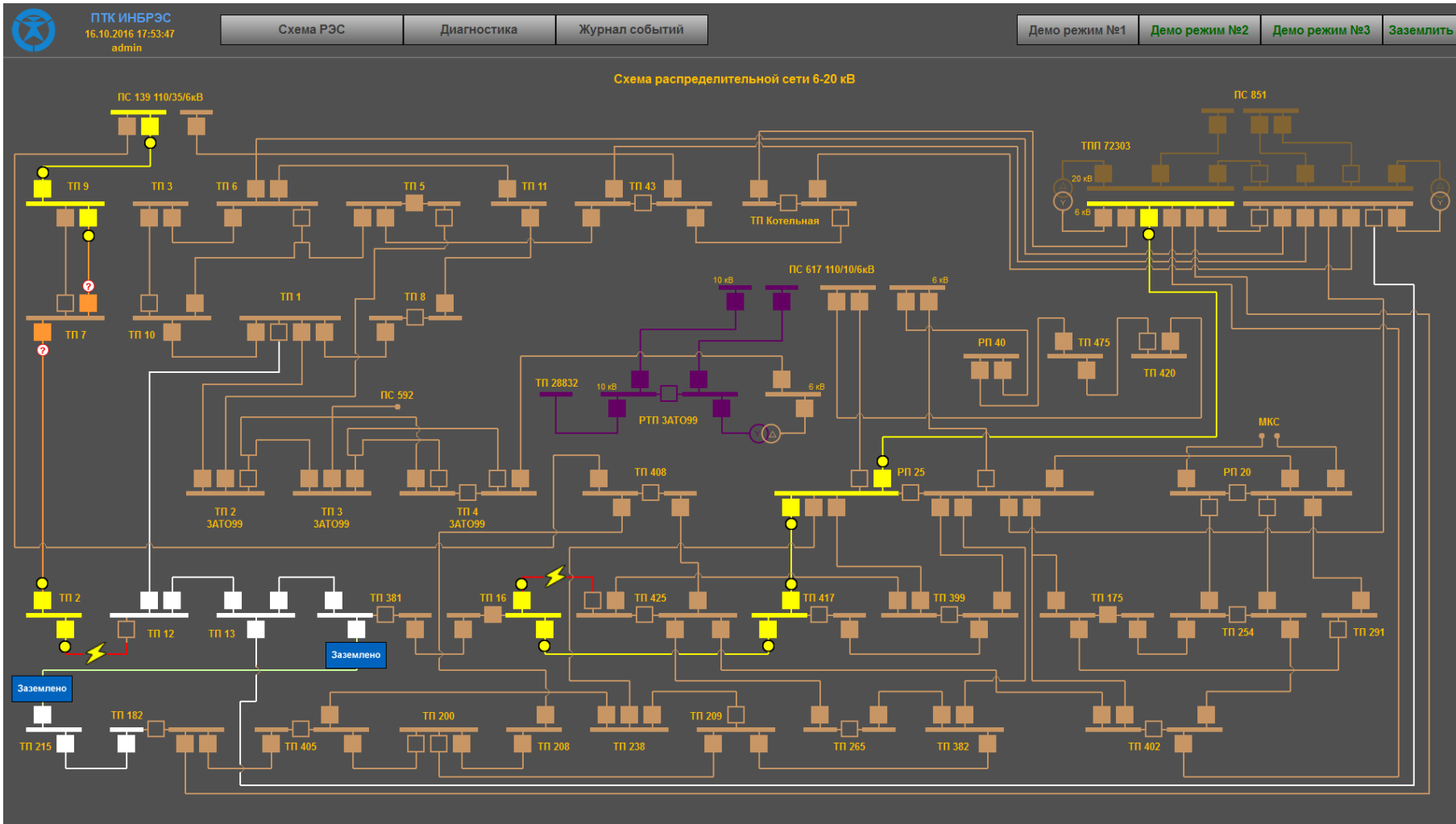
Поиск ОЗЗ при использовании ОПФ (с передачей сигналов на ДП)

- Нет необходимости выезда ОВБ на РП
- Автоматическое определение поврежденного фидера
- Максимальная селективность ЗОЗЗ
- Обнаружение перемежающиеся ОЗЗ
- Не требуется поочередное отключение фидеров на РП
- Точное определение РП и КА, которые должны быть отключены
- Упрощается определение поврежденного участка КЛ



SCADA «ИНБРЭС»

Мнемосхема участка РЭС с индикацией КЗ и ОЗЗ



Решения для цифрового РЭС

- Комплексное применение различных мероприятий и технологий автоматизации
- Выбор оптимального решения:
 - Модель выбора
 - Уточняющие расчеты (надежность и ТЭО)
- Оборудование и ПО собственной разработки и отечественных партнеров
- Решения под ключ



**Спасибо
за внимание!**

