

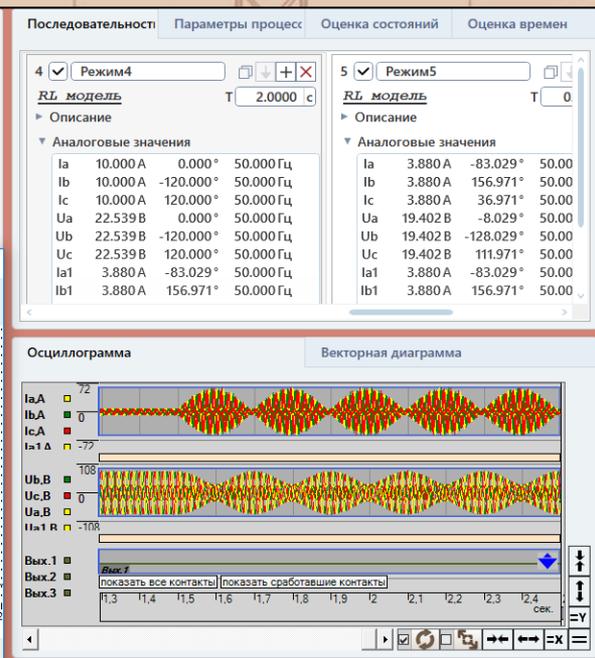
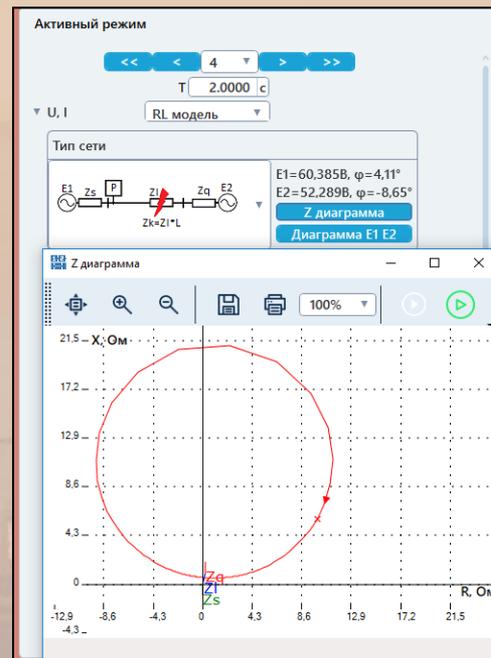
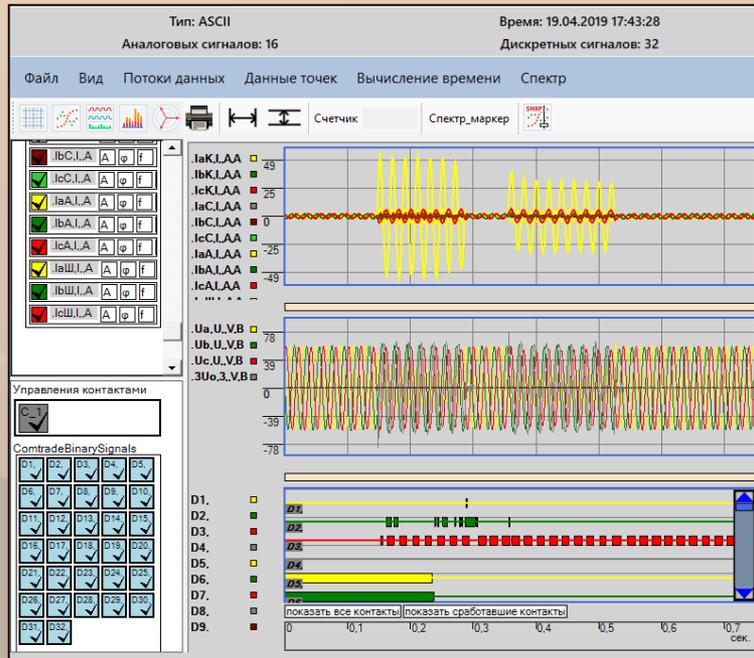


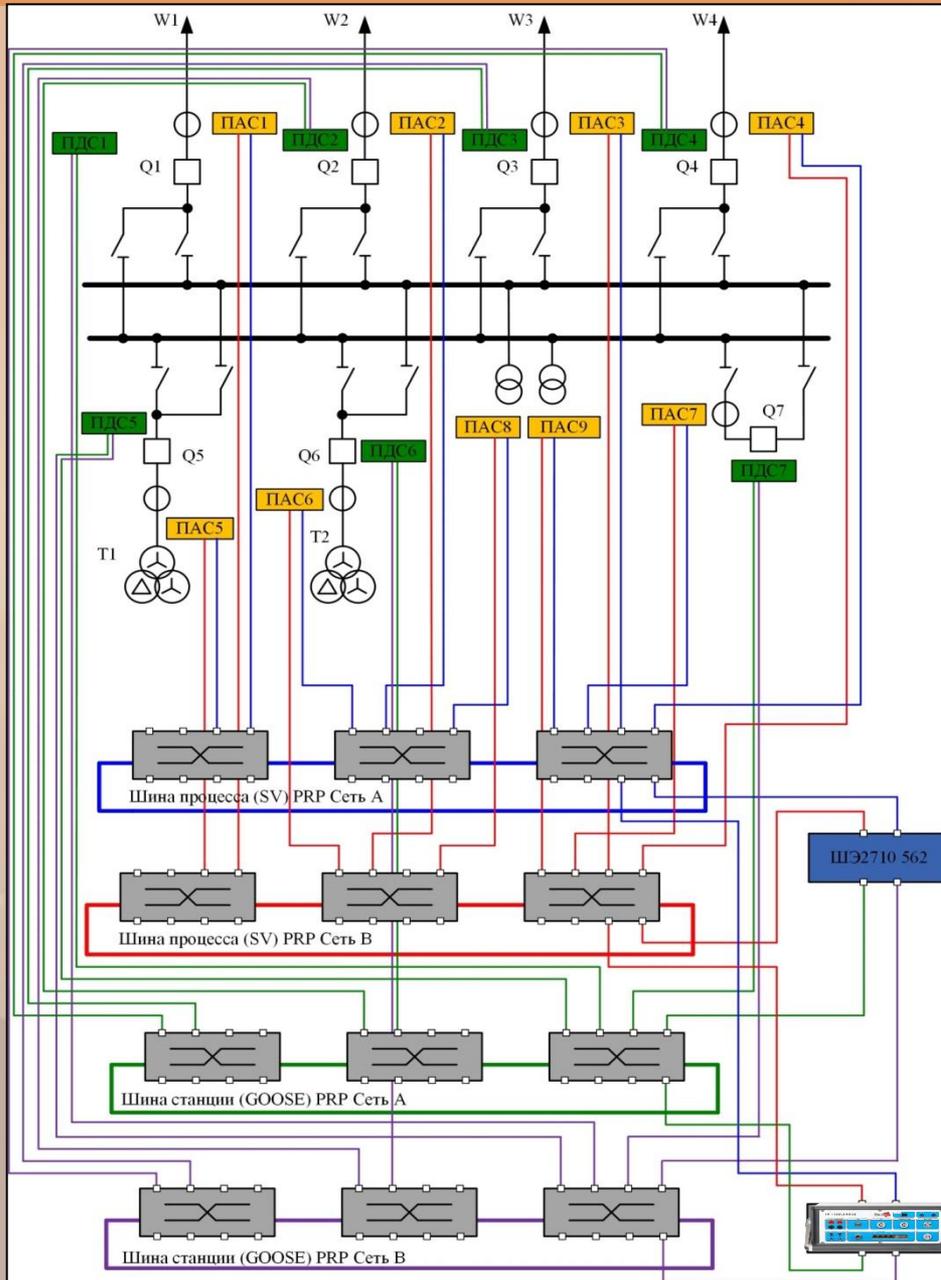
## Особенности проведения комплексных испытаний оборудования на базе стандарта IEC 61850



ООО «НПП «Динамика»  
Шалимов А.С.

# Тестирование устройств РЗА

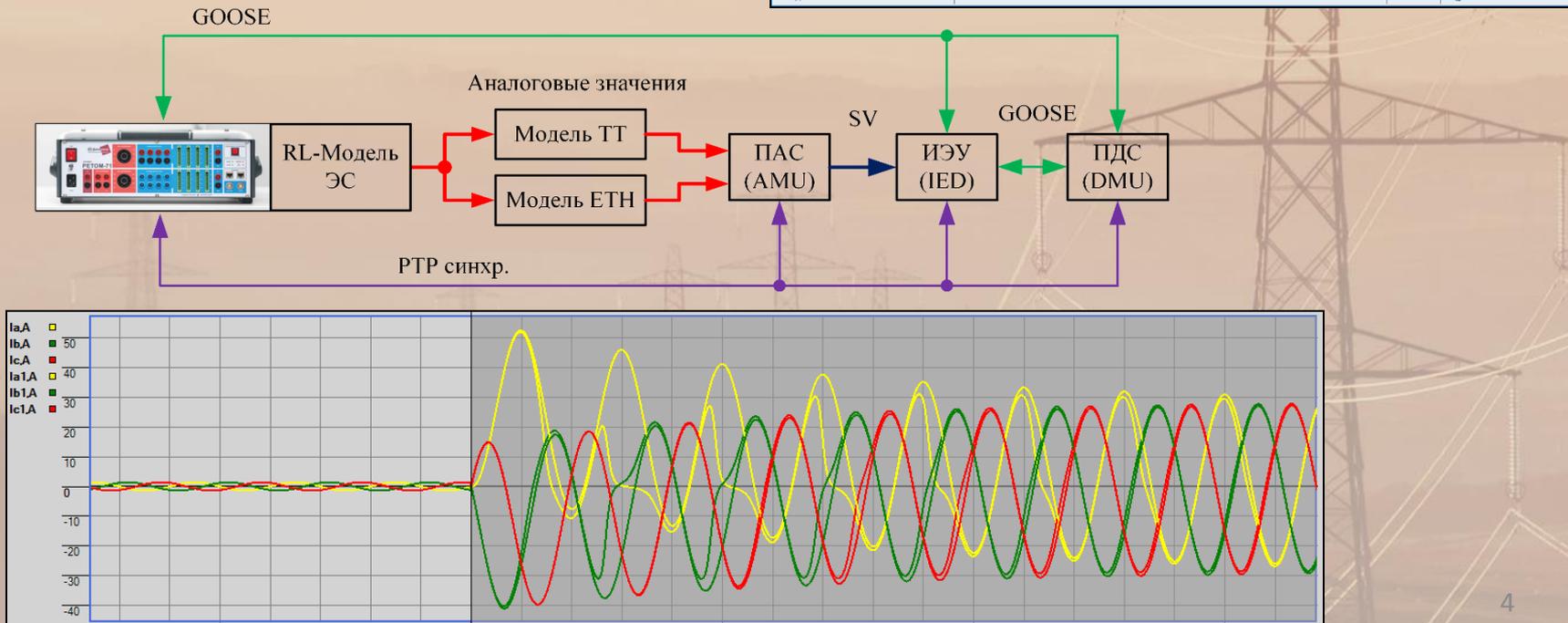
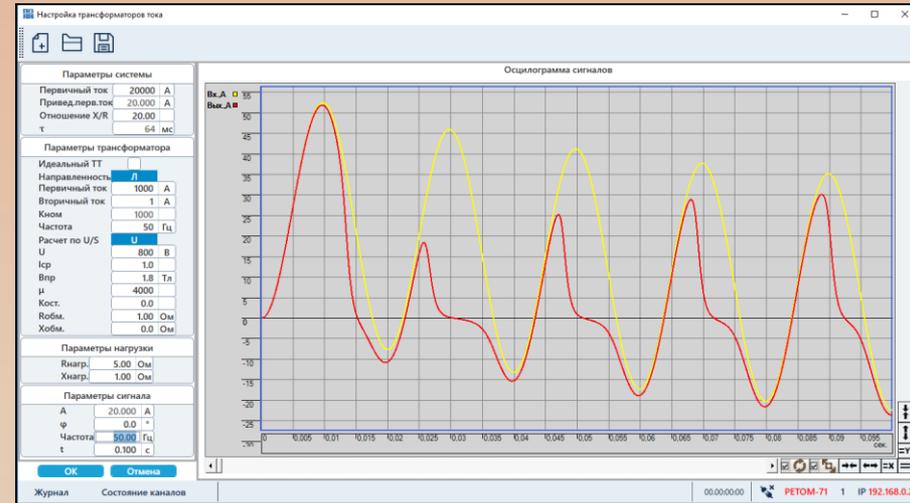




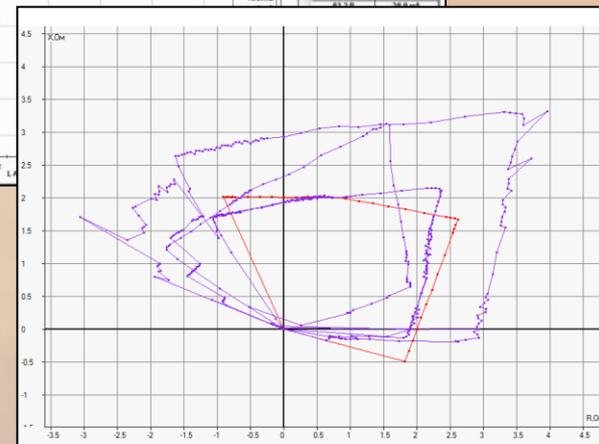
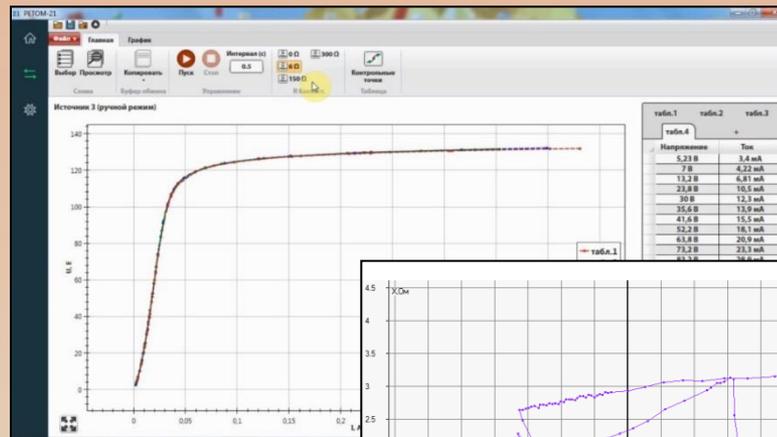
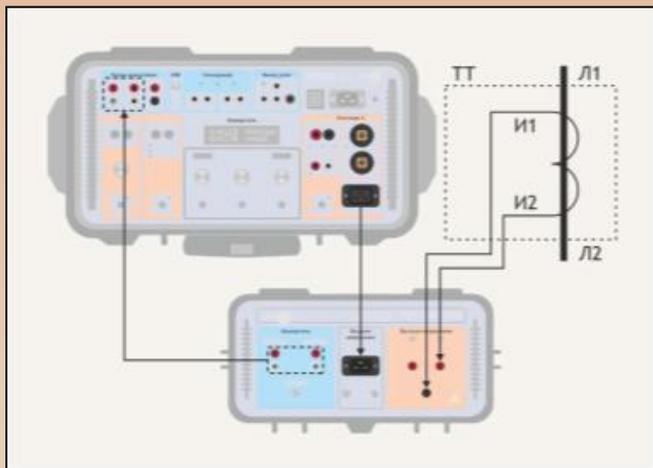
- Две отдельные ЛВС для шины SV и GOOSE с резервированием PRP
- Оптические первичные измерительные преобразователи
- Электромагнитные измерительные трансформаторы и преобразователи аналоговых сигналов (SAMU)
- Система синхронизации времени PTPv2

# Тестирование ИЭУ РЗА с учётом поведения первичных преобразователей

- Моделирование ЭМ ТТ и ЕТН и тестирование цифровой системы РЗА в схеме «ТТ-ПАС-ИЭУ»



# Тестирование ИЭУ РЗА по данным ВАХ ТТ

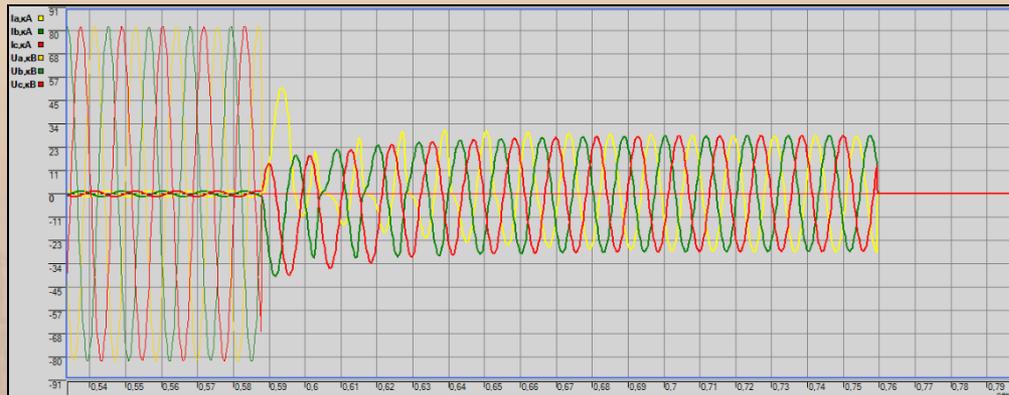
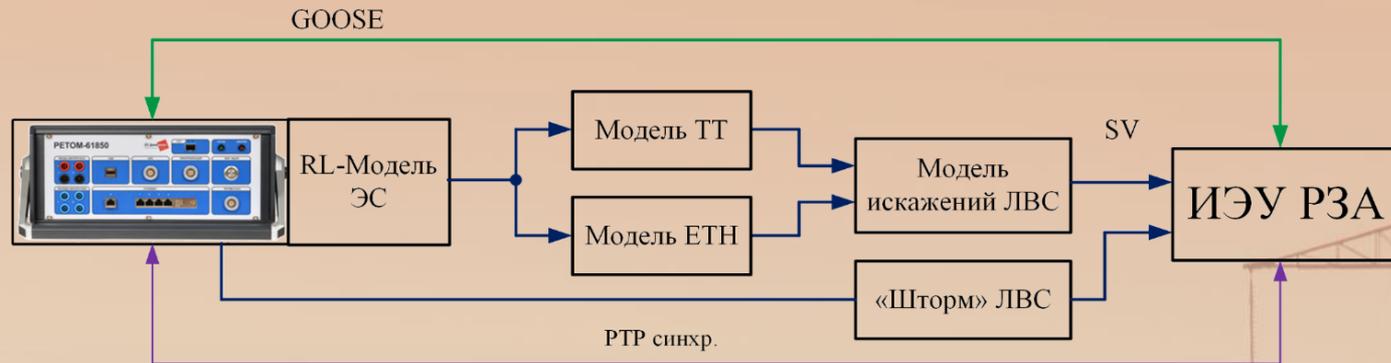


- Снятие реальной ВАХ трансформаторов тока до 2 кВ (2000 ВА)
- Моделирование переходных процессов по экспериментальной ВАХ ТТ

Напряжение	Ток
0,008 В	0,9 мА
0,138 В	9,5 мА
0,257 В	13,8 мА
0,38 В	17,2 мА
0,499 В	19,9 мА
0,618 В	22,4 мА
0,728 В	24,3 мА
0,85 В	26,3 мА
0,967 В	28,1 мА
1,088 В	29,9 мА
1,207 В	31,7 мА
1,326 В	33,2 мА
1,445 В	34,8 мА
1,563 В	36,4 мА
1,68 В	38 мА
1,804 В	39,7 мА
1,922 В	41,3 мА
2,036 В	43 мА
2,157 В	44,8 мА



# Комплексное тестирование ИЭУ



- Моделирование насыщения ЭМ ТТ в SV-потоках IEC 61850-9-2
- Моделирование искажений данных ЛВС в SV-потоках IEC 61850-9-2
- Проведение автоматизированных испытаний при повышенной информационной нагрузке («Шторм» SV/GOOSE)

# Режим «Информационный шторм» ЛВС ЦПС

- Статическая загрузка шины процесса данными SV и GOOSE
- Информационный всплеск GOOSE
- Оценка устойчивости системы РЗА ЦПС и поведения ИЭУ
- «Шторм» ЛВС шины процесса с учётом параллельного резервирования (PRP)



**80 SV (80/96/256/288)**



**256 исх. GOOSE (400 лог. сигналов)**

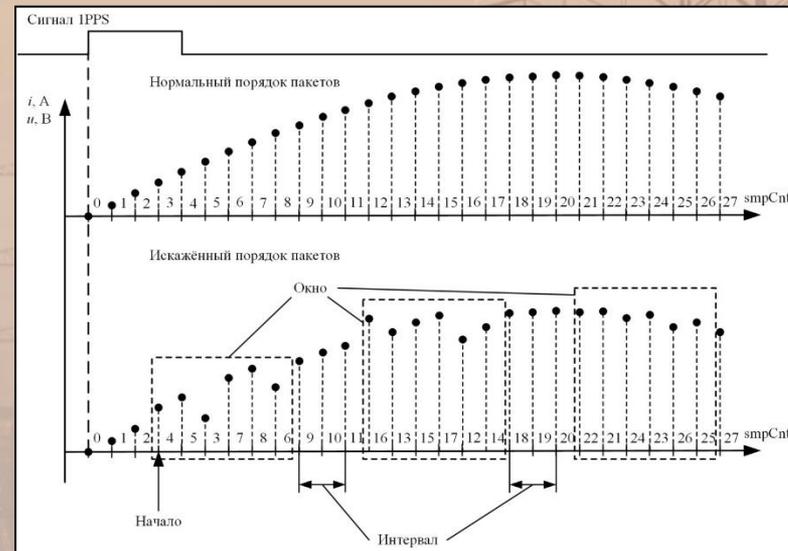
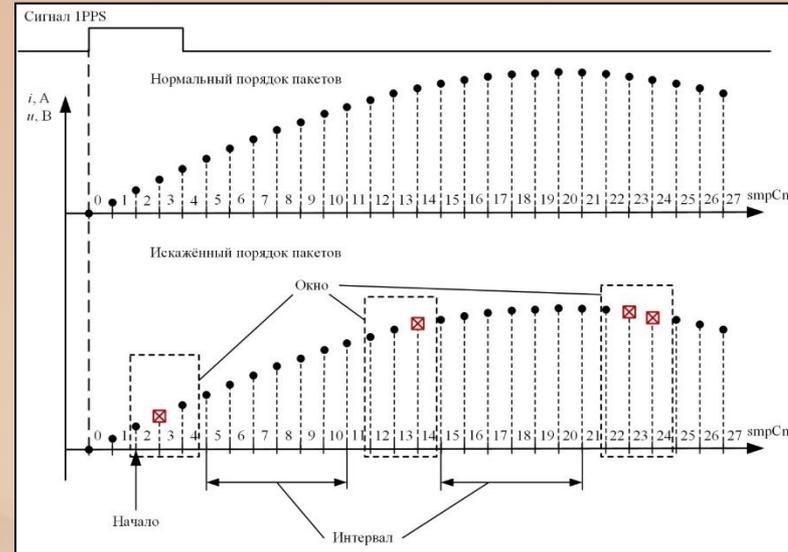
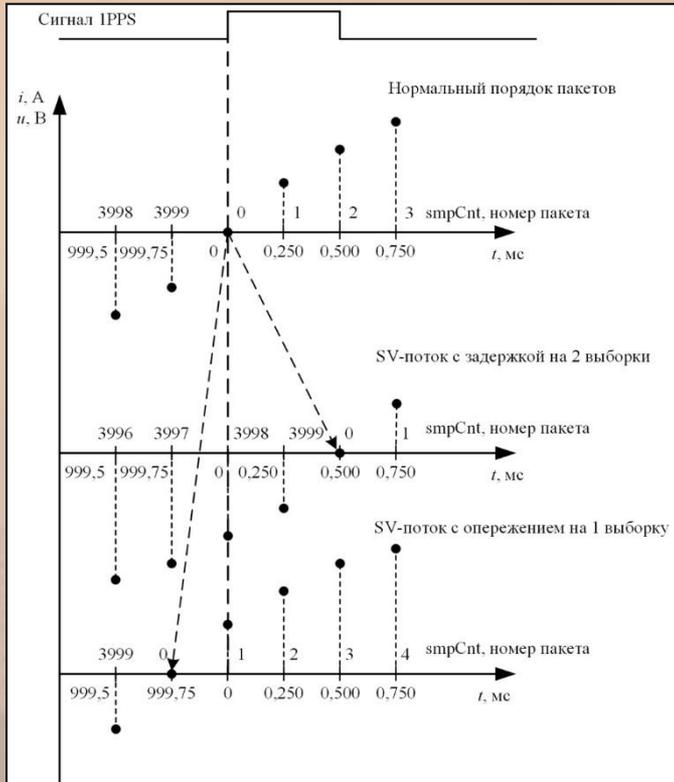
**>> 100 Мбит/с**

# Моделирование искажений данных в SV-потоках IEC 61850-9-2

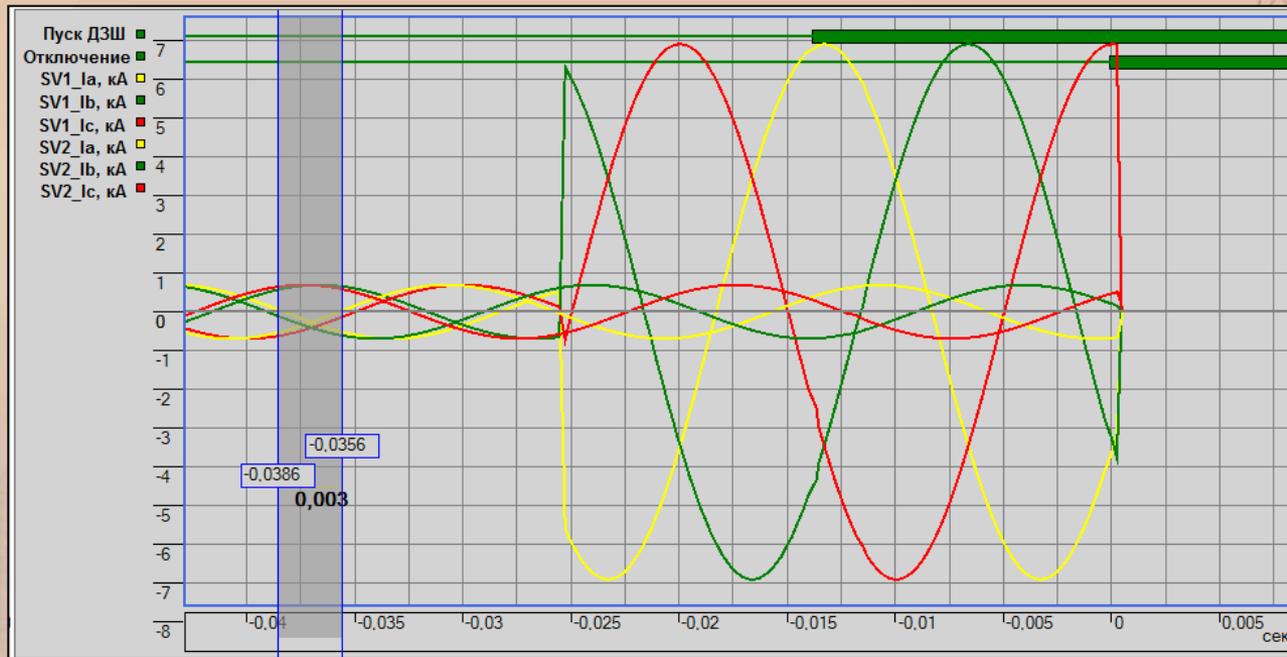
- Имитация задержек выборок SV-потоков от разных MU (ПАС, ОТТ/ОТН)
- Перемешивание выборок
- Пропуски выборок
- Оценка времени буфера синхронизации цифровых отсчётов IED
- Имитация пропадания выборок в SV-данных
- Проверка алгоритмов аппроксимации и блокирования измерительных органов IED



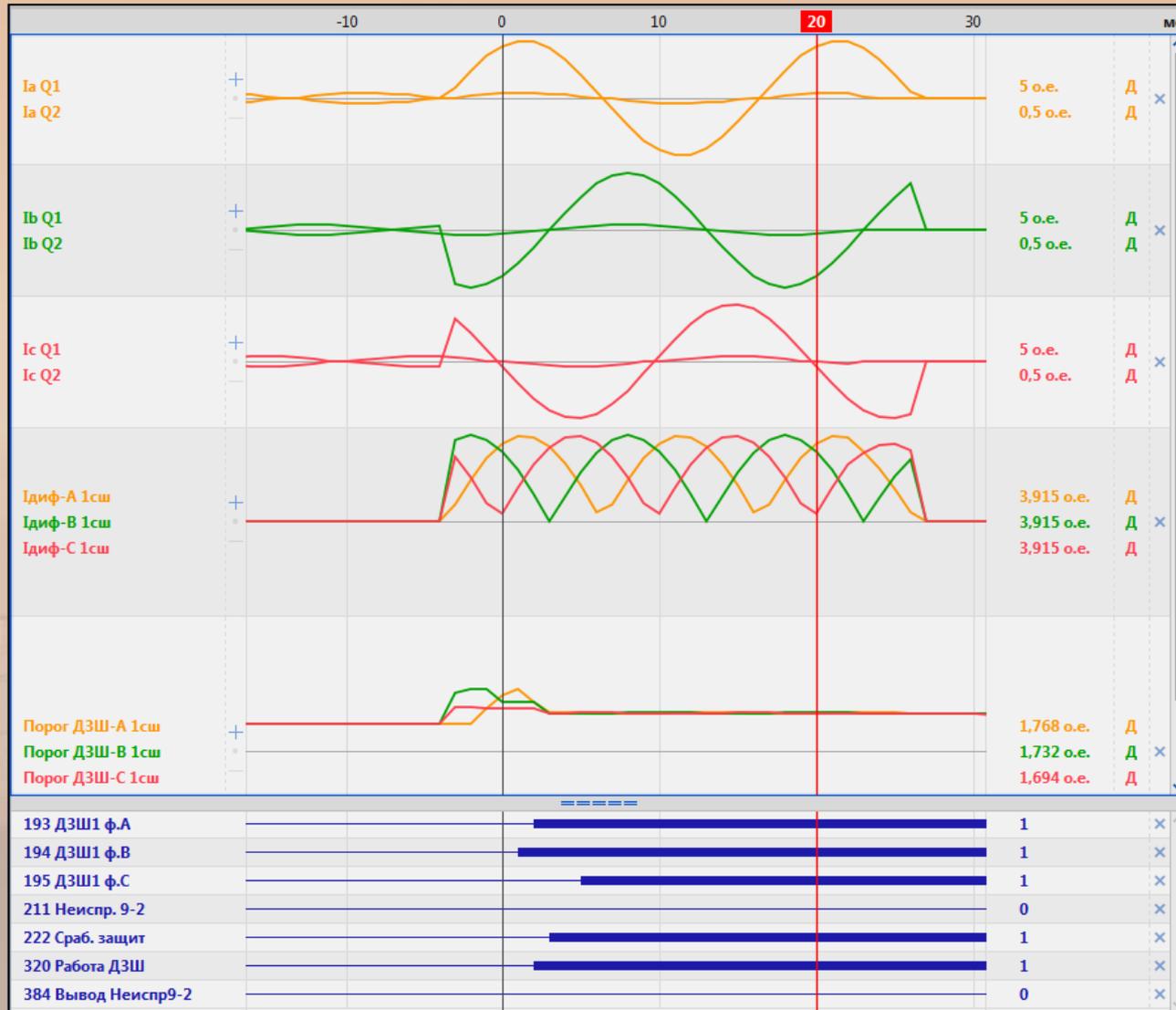
# Моделирование искажений данных в SV-потоках IEC 61850-9-2



# Осциллограмма РЕТОМ-61850 при внутреннем КЗ на фоне смещения одного из SV-потоков

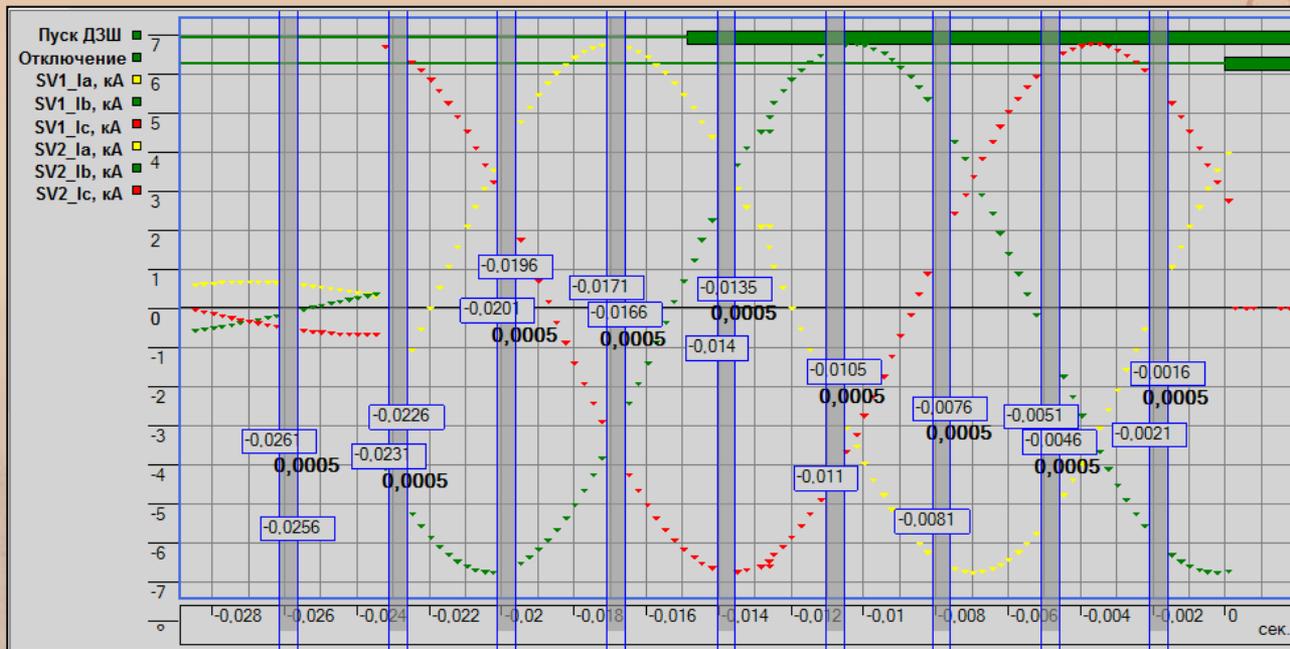


# Осциллограмма ИЭУ при внутреннем КЗ на фоне смещения одного из SV-потоков



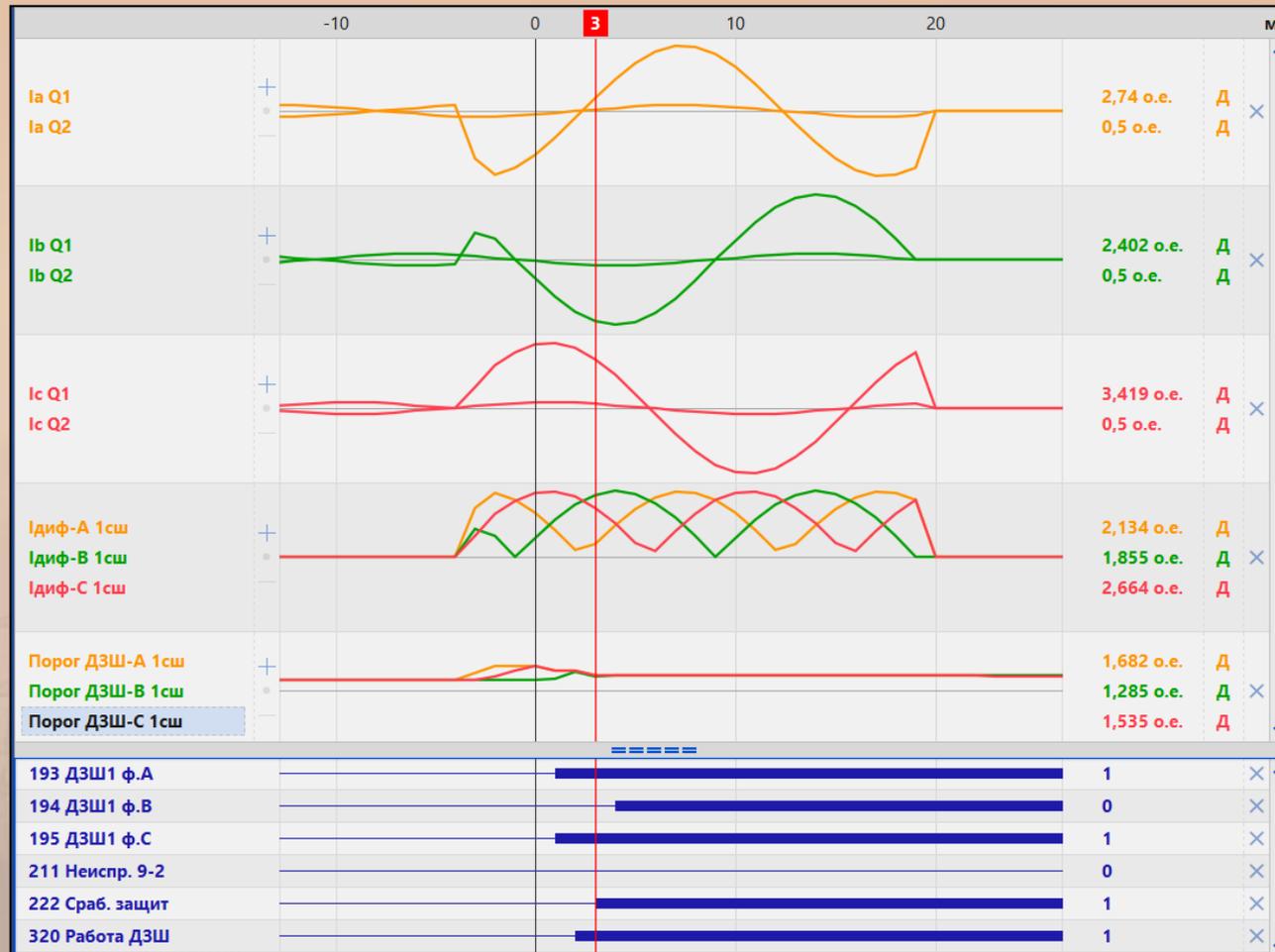


# Осциллограмма РЕТОМ-61850 при имитации пропуски сетевых пакетов ( $N_{\text{ПР}} = 2$ )

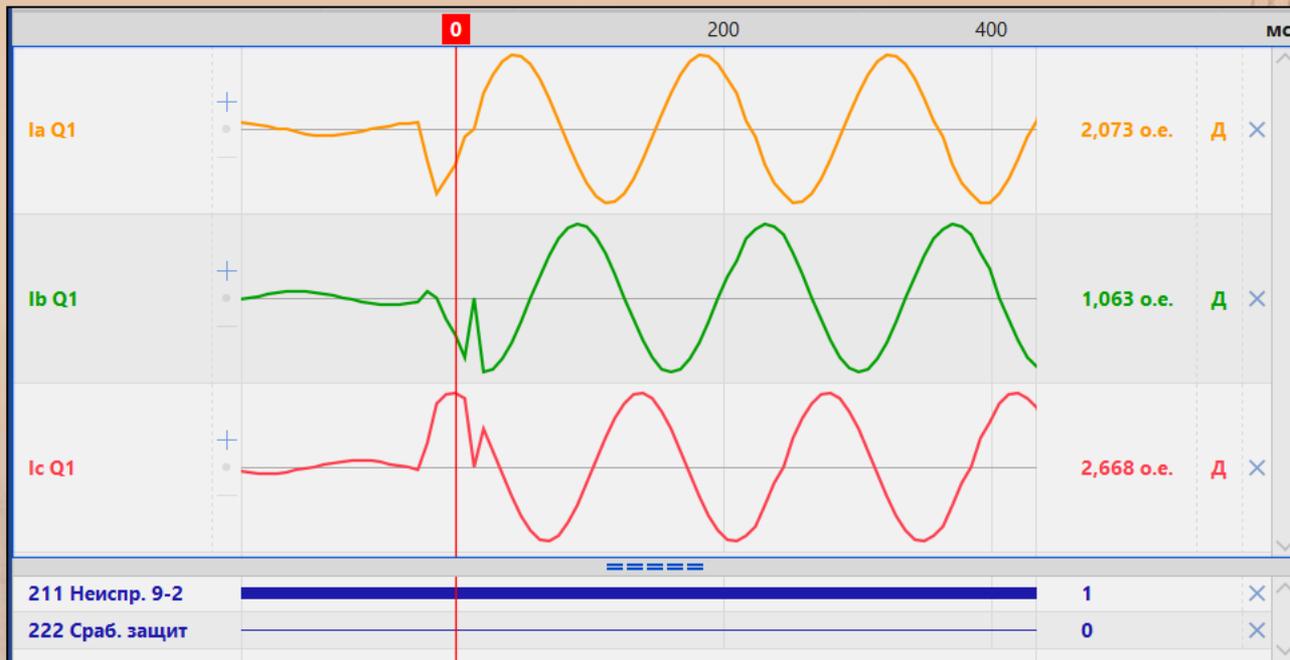




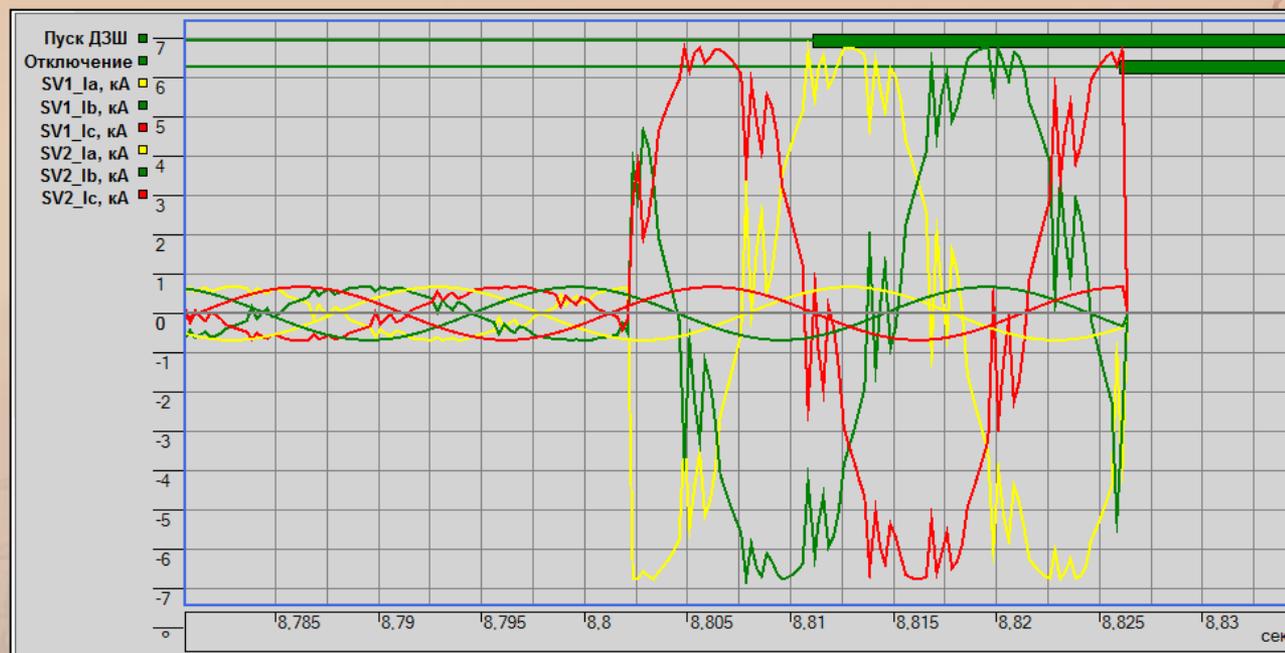
# Осциллограмма ИЭУ при имитации пропуска сетевых пакетов ( $N_{\text{ИПР}} = 2$ )



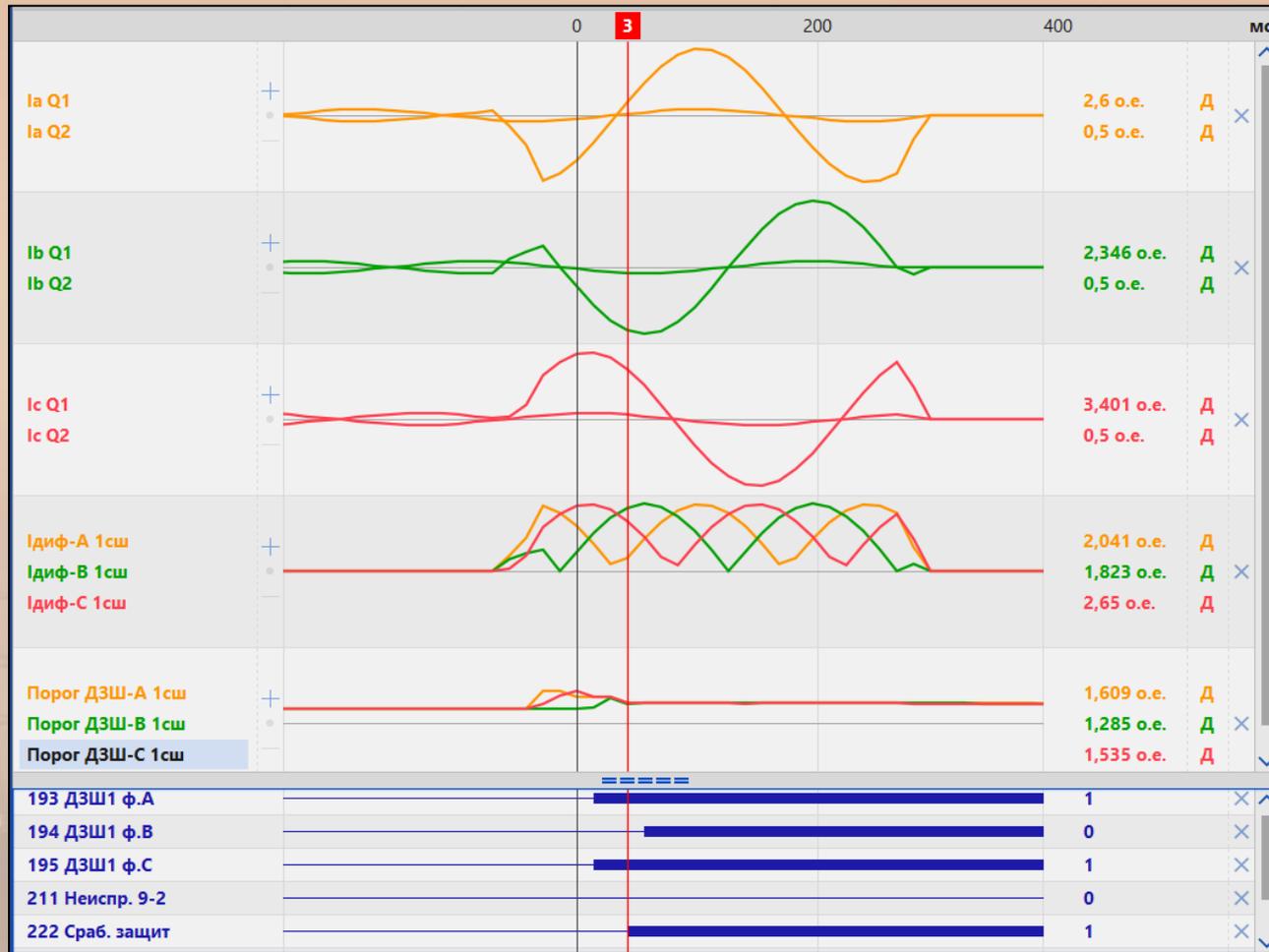
# Осциллограмма ИЭУ при имитации периодического пропуска сетевых пакетов ( $N_{\text{ПР}} = 3$ )



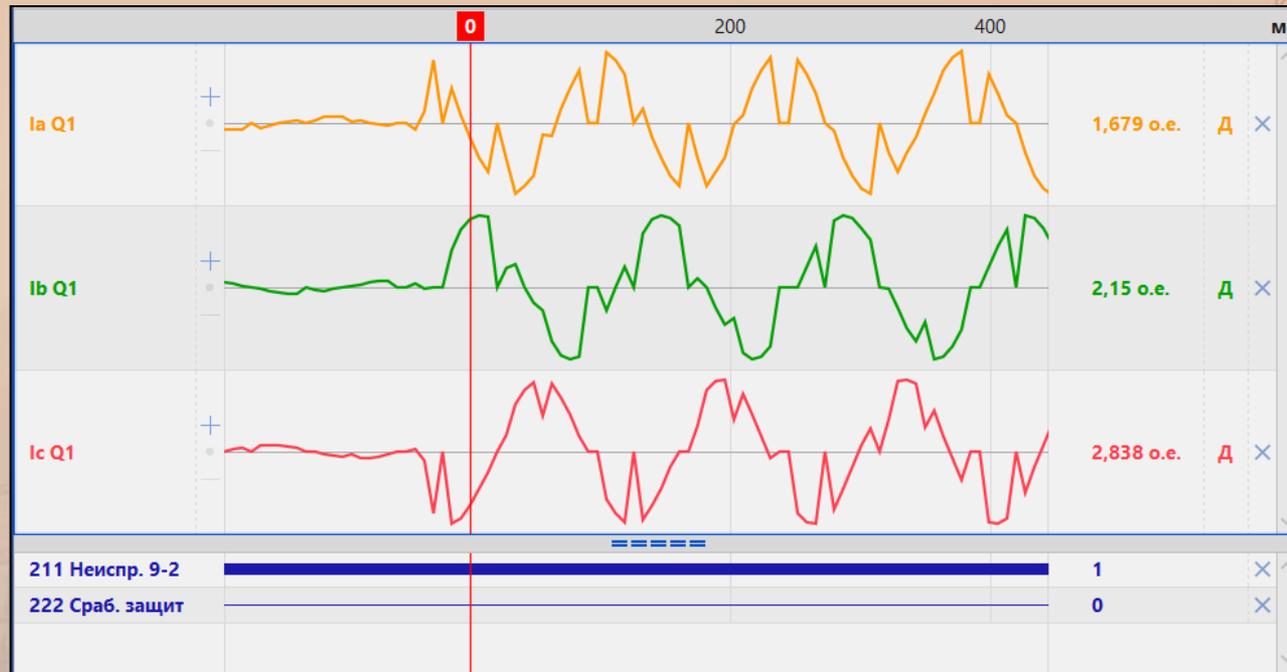
# Осциллограмма РЕТОМ-61850 при внутреннем КЗ на фоне перемешивания данных в SV-потоке



# Осциллограмма ИЭУ при внутреннем КЗ на фоне перемешивания данных в SV-потоке



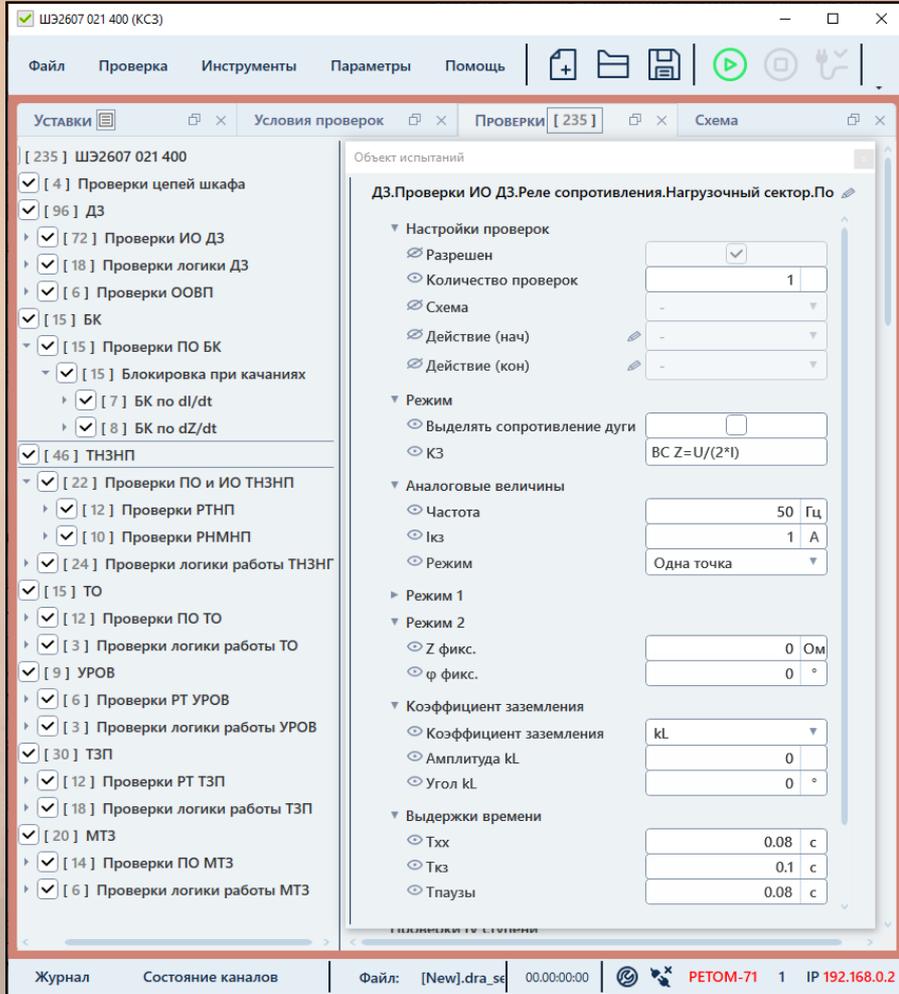
# Осциллограмма ИЭУ при периодическом перемешивании данных в SV-потоке при $N_{\text{ПЕР}} > N_{\text{БУФ}}$



# Автоматические программы проверки ИЭУ РЗА присоединений

- Тестирование при помощи CID(SCD)-файлов
- Импорт уставок
- Библиотеки проверки функций и типов РЗА
- Наборы тестов для комплекса РЗА энергообъекта
- Типизация уставок в CID(SCD)-файле
- Корпоративный профиль МЭК61850 ПАО «ФСК ЕЭС»
- Программно-технический комплекс приёмки в эксплуатацию Типовых шкафов РЗА различных архитектур ЦПС на всех этапах жизненного цикла оборудования

# Автоматические программы проверки РЗА присоединений



ШЭ2607 021 400 (КЗ)

Установки | Условия проверок | ПРОВЕРКИ [235] | Схема

Объект испытаний: ДЗ.Проверки ИО ДЗ.Реле сопротивления.Нагрузочный сектор.По

Настройки проверок

- Разрешен
- Количество проверок: 1
- Схема: -
- Действие (нач): -
- Действие (кон): -

Режим

- Выделять сопротивление дуги
- КЗ: BC  $Z = U / (2 \cdot I)$

Аналоговые величины

- Частота: 50 Гц
- Ikз: 1 А
- Режим: Одна точка

Режим 1

Режим 2

- Z фикс.: 0 Ом
- φ фикс.: 0 °

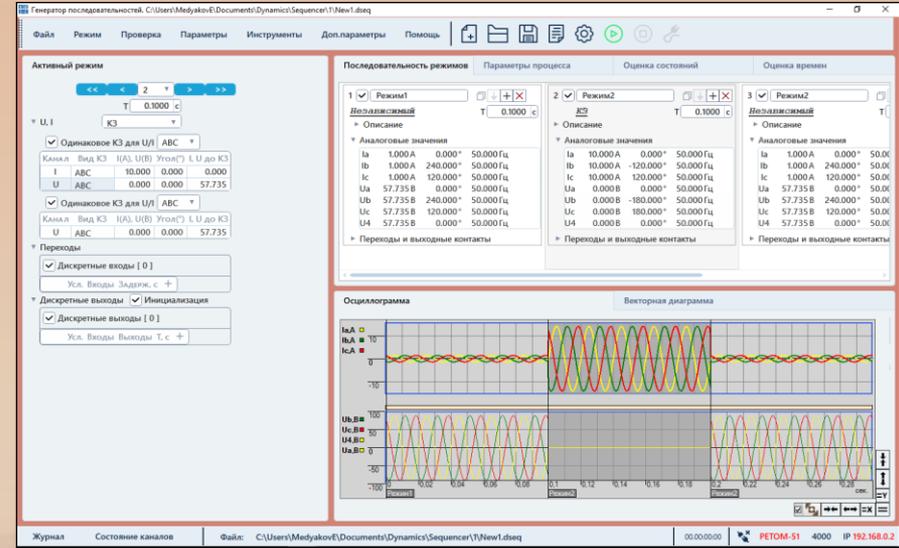
Коэффициент заземления

- Коэффициент заземления: kL
- Амплитуда kL: 0
- Угол kL: 0 °

Выдержки времени

- Txx: 0.08 с
- Tkз: 0.1 с
- Tпаузы: 0.08 с

Журнал | Состояние каналов | Файл: [New].dra\_se | 00.00:00.00 | PETOM-71 1 | IP 192.168.0.2



Генератор последовательностей. C:\Users\Medyakov\Documents\Dynamic\Sequences\1\New1.dseq

Активный режим: 2

Последовательность режимов

Режим	Время
1 Режим1	T: 0.1000 с
2 Режим2	T: 0.1000 с
3 Режим3	T: 0.1000 с

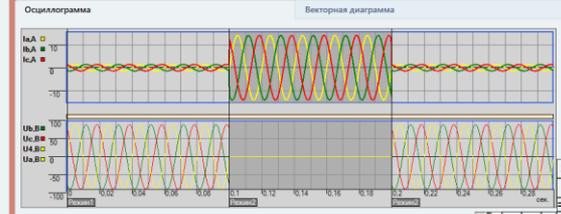
Аналоговые значения

Канал	Вид	КЗ	I(A), U(B)	Угол(°)	L, U до КЗ
I	ABC	10.000	0.000	0.000	0.000
U	ABC	0.000	0.000	0.000	57.735

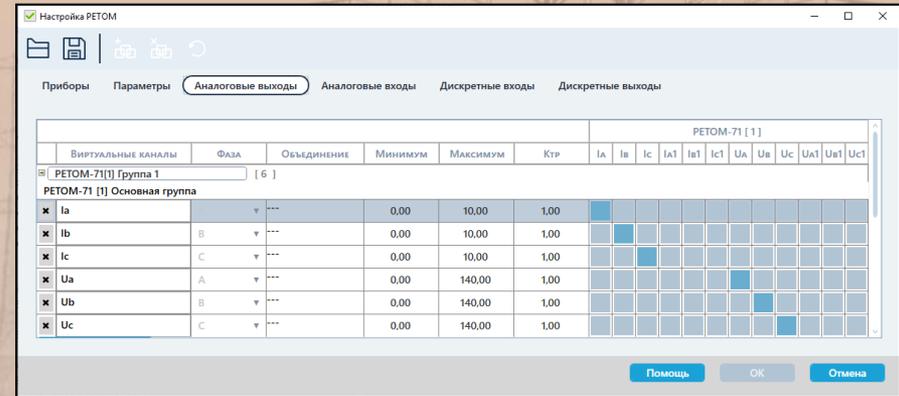
Переходы

- Дискретные входы [0]
- Усл. Входы Задержк. с +
- Дискретные выходы [0]
- Усл. Входы Выходы Т. с +

Оциллограмма



Журнал | Состояние каналов | Файл: C:\Users\Medyakov\Documents\Dynamic\Sequences\1\New1.dseq | 00.00:00.00 | PETOM-51 4000 | IP 192.168.0.2



Настройка PETOM

Приборы | Параметры | Аналоговые выходы | Аналоговые входы | Дискретные входы | Дискретные выходы

Виртуальные каналы	Фаза	Объединение	Минимум	Максимум	Ктр	PETOM-71 [1]																			
						Ia	Ib	Ic	Ia1	Ia1	Ic1	Ua	Uc	Ua1	Uc1										
PETOM-71 [1] Группа 1 [ 6 ]																									
PETOM-71 [1] Основная группа																									
Иа			0.00	10.00	1.00																				
Иb	B		0.00	10.00	1.00																				
Иc	C		0.00	10.00	1.00																				
Ua	A		0.00	140.00	1.00																				
Ub	B		0.00	140.00	1.00																				
Uc	C		0.00	140.00	1.00																				

Помощь | OK | Отмена

# Корпоративный профиль МЭК61850 ПАО «ФСК ЕЭС»

- 4800 Гц 2ASDU
- 14400 Гц 8ASDU
- I3U0
- I0U3
- I1U0
- I0U1

Исходящий аналоговый поток: (RET61850\_SV1)

Данные		Искажения	
Выборка на период	96	Номинальные значения	
Наименование	SV1	первичные	вторичные
Id	RET61850_SV1	I, A	1000
MAC	01 - 0C - CD - 04 - 00 - 01	Ул. В	110000.000
ApplId	Hex 16384	Уф. В	63508.530
VlanId	Hex 0	Кэф. нулевой последовательности	
VlanPr	4	K_3I0	1,000
Conf Rev	1	K_3U0	1,732
<input type="checkbox"/> Флаг синхронизации	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Общее Quality(Hex)	0		

Аналоговые значения

Токи

фаза	вторичные, А	первич, А	фаза, °	частота, Гц	Quality(Hex)
A <input checked="" type="checkbox"/>	1,000	1000	0,00	50,00	0
B <input checked="" type="checkbox"/>	2,000	2000	240,00	50,00	0
C <input checked="" type="checkbox"/>	3,000	3000	120,00	50,00	0
N <input type="checkbox"/>					

Напряжения

фаза	вторичные, В	первичные, В	фаза, °	частота, Гц	Quality(Hex)
A <input type="checkbox"/>					
B <input type="checkbox"/>					
C <input type="checkbox"/>					
N <input type="checkbox"/>					

Нулевые значения после окончания испытаний

OK Отмена

Исходящий аналоговый поток: (RET61850\_SV1)

Данные		Искажения	
Выборка на период	96	Номинальные значения	
Наименование	SV1	первичные	вторичные
Id	RET61850_SV1	I, A	1000
MAC	01 - 0C - CD - 04 - 00 - 01	Ул. В	110000.000
ApplId	Hex 16384	Уф. В	63508.530
VlanId	Hex 0	Кэф. нулевой последовательности	
VlanPr	4	K_3I0	1,000
Conf Rev	1	K_3U0	1,732
<input type="checkbox"/> Флаг синхронизации	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Общее Quality(Hex)	0		

Аналоговые значения

Токи

фаза	вторичные, А	первич, А	фаза, °	частота, Гц	Quality(Hex)
A <input type="checkbox"/>					
B <input type="checkbox"/>					
C <input type="checkbox"/>					
N <input type="checkbox"/>					

Напряжения

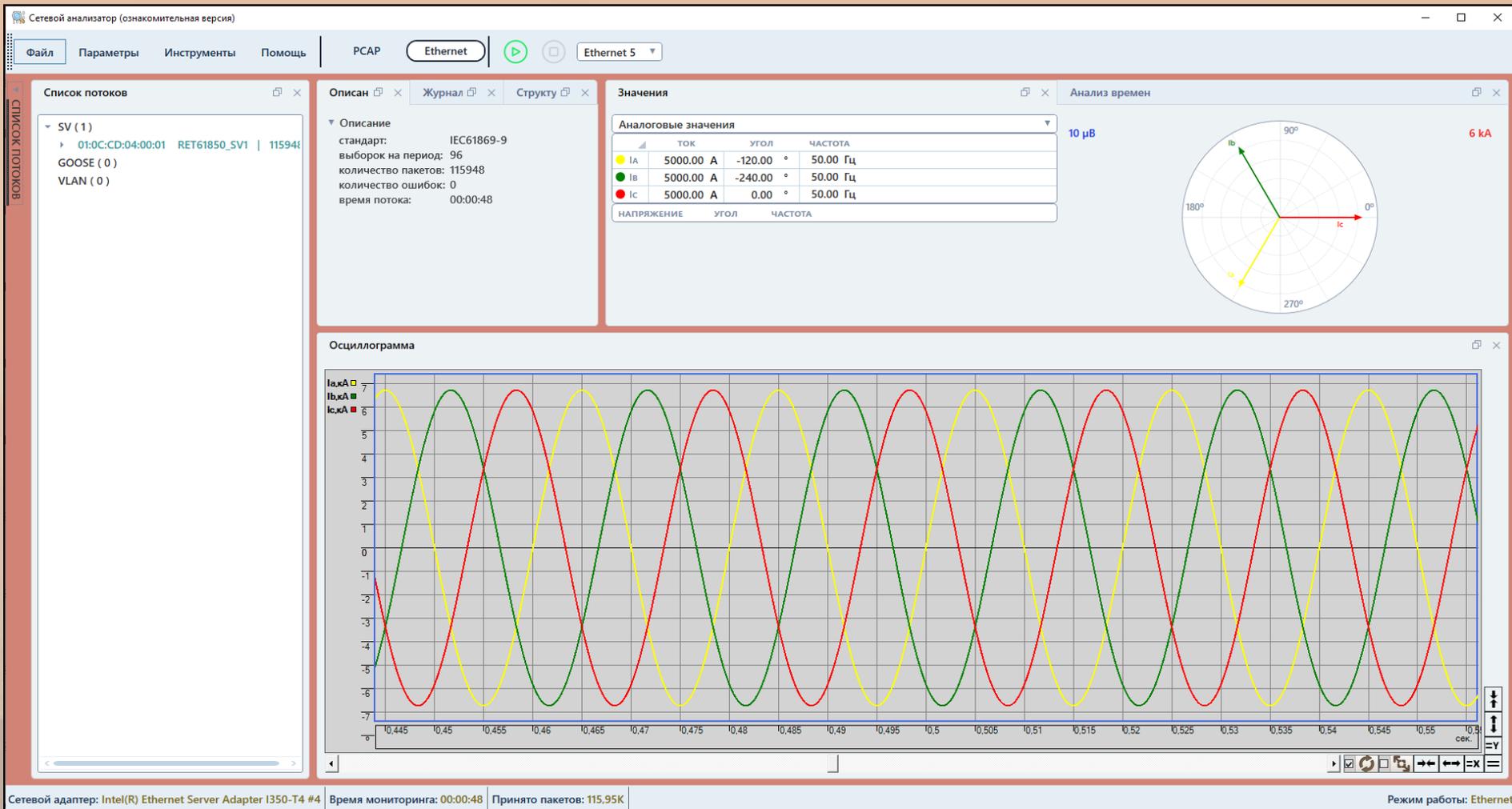
фаза	вторичные, В	первичные, В	фаза, °	частота, Гц	Quality(Hex)
A <input checked="" type="checkbox"/>	0,000	0	0,00	50,00	0
B <input checked="" type="checkbox"/>	0,000	0	240,00	50,00	0
C <input checked="" type="checkbox"/>	0,000	0	120,00	50,00	0
N <input type="checkbox"/>					

Нулевые значения после окончания испытаний

OK Отмена

- Поддержка Корпоративного профиля МЭК61850 ПАО «ФСК ЕЭС» в ПО испытательных систем РЕТОМ-61850

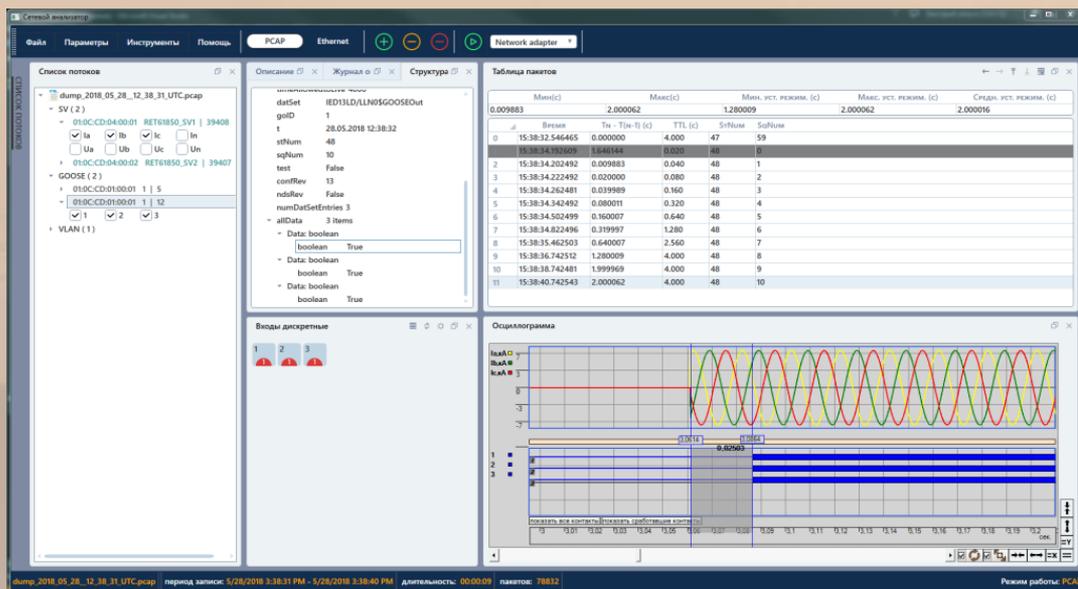
# Корпоративный профиль МЭК61850 ПАО «ФСК ЕЭС»



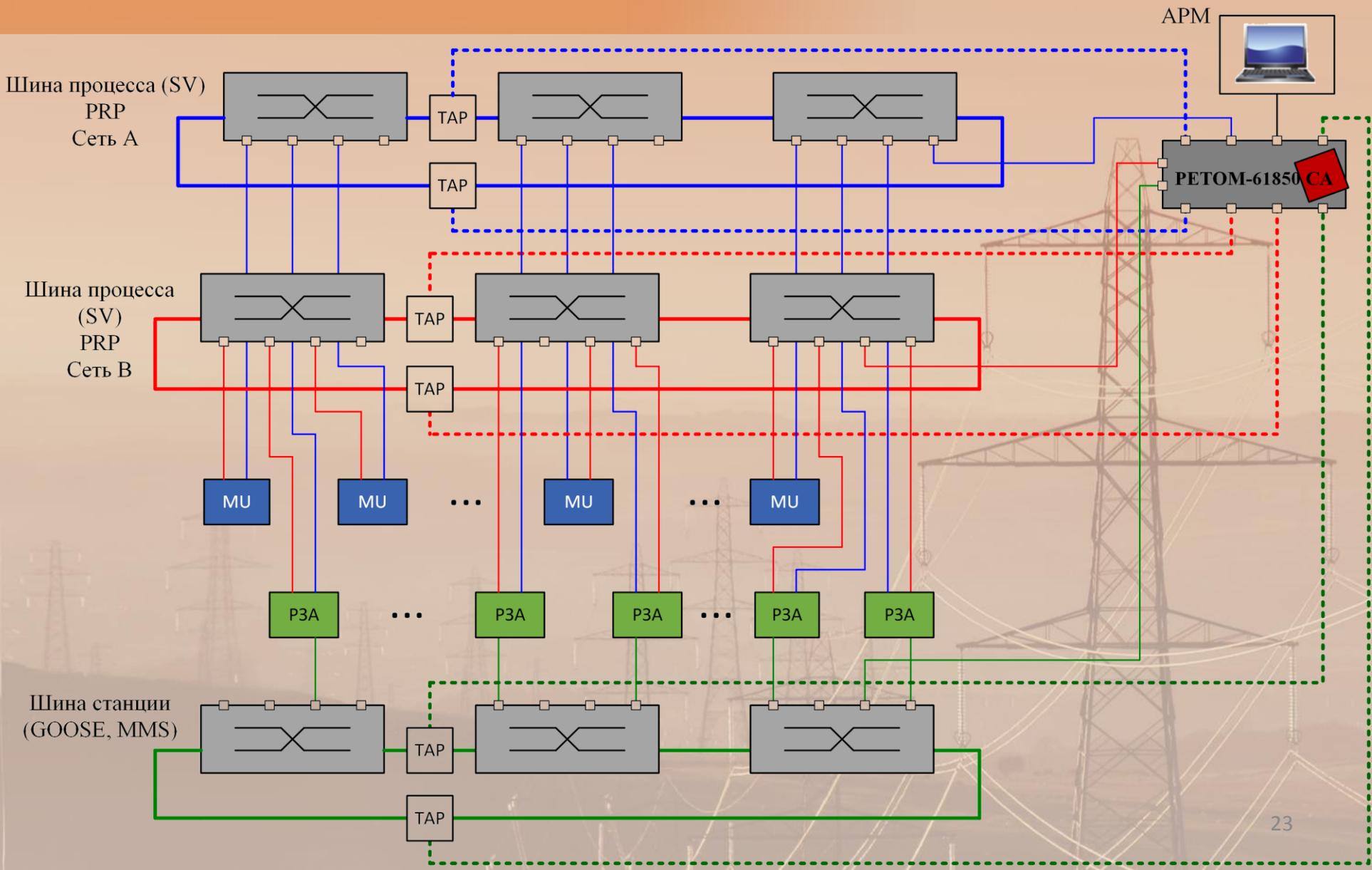
- Поддержка Корпоративного профиля МЭК61850 ПАО «ФСК ЕЭС» в ПО «Сетевой анализатор»

# Программно-технический комплекс анализа трафика ЦПС

- Захват 100% коммуникационного трафика
- Анализ зафиксированного коммуникационного трафика в длительном режиме
- Регистрация цифровых потоков по протоколам МЭК 61850-9-2 и МЭК 61869-9
- Детальный анализ трафика протоколов МЭК 61850-8-1 GOOSE и МЭК 61850-9-2 SV
- Гибкая аппаратная структура ПАК **РЕТОМ-61850 СА** под проект ЦПС
- Анализ загрузки локально-вычислительной сети
- Высокоточная синхронизация по протоколу PTP (IEEE 1588)



# Подключение ПТК «Сетевой анализатор»



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**