



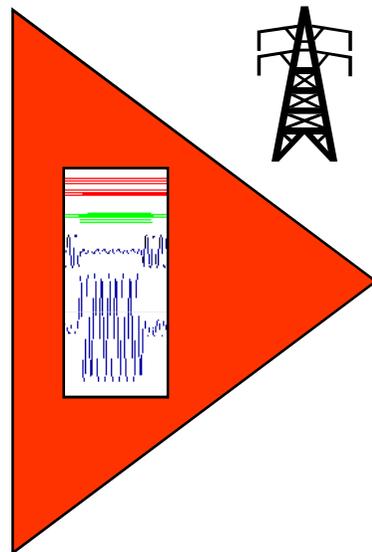
systems europe
software engineering
for electric power

Fault Analysis Classifying Expert System “FACES”

*Средство улучшения качества систем передачи
электроэнергии*

FACES

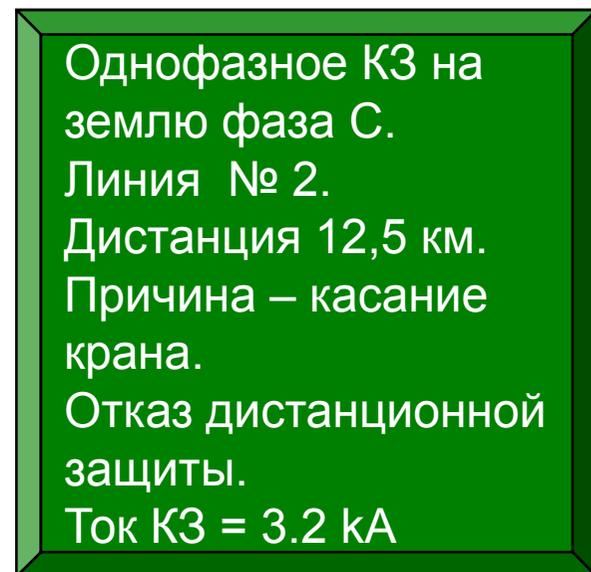
функциональная схема



Сбор
осциллограмм от
устройств РЗА и
РАС

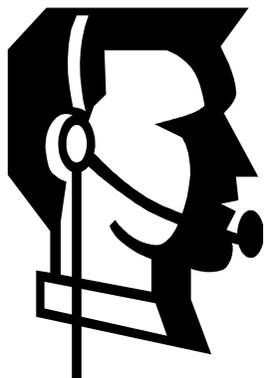


Обработка
данных



Информирование
диспетчера

► Кому это нужно?



Диспетчер

Результаты анализа необходимы
через 5 минут

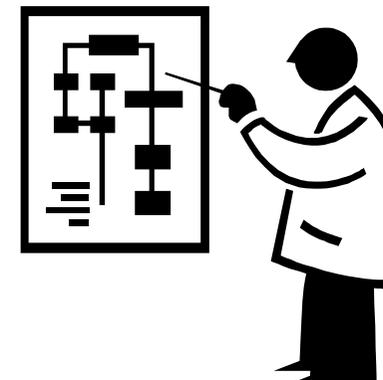
Диспетчерский персонал
отвечает за быстрейшее
восстановление
работоспособности сети
передачи электроэнергии.



ОВБ

Время реакции порядка 2х часов

Ремонтный персонал,
выполняющий
устранение
повреждений, ремонт
или замену
поврежденного
оборудования.



Служба РЗА

Разумное время для сбора всех
данных и комплексного анализа

Защитный персонал,
определяющий причины
возникновения аварий,
правильность действий
устройств защиты и
противоаварийной
автоматики.

➤ FACES - ключевые преимущества...

Помощь диспетчерам, ОВБ и РЗА в виде ответов на вопросы:

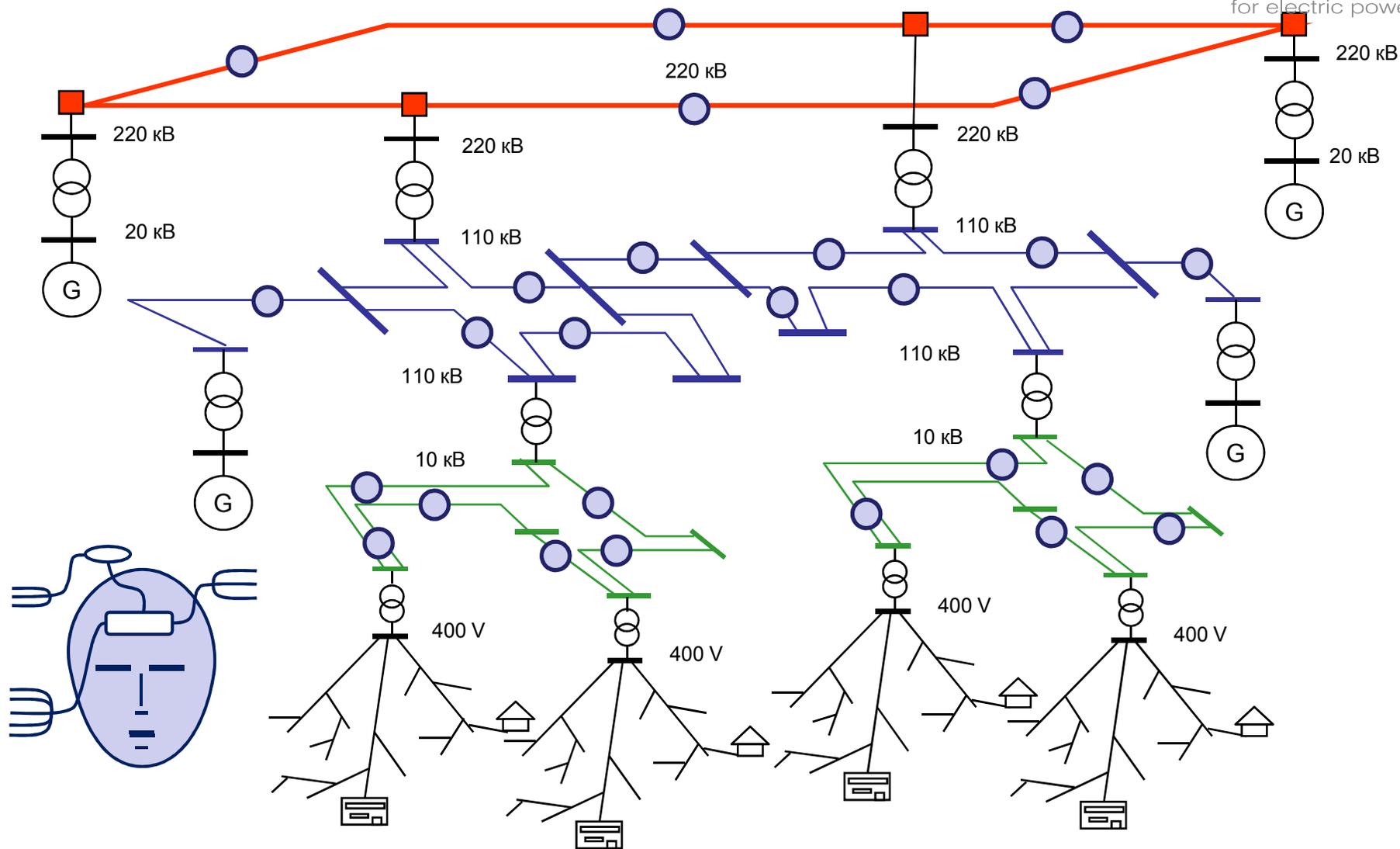
- Где и какое было повреждение?
- Успешно ли произошло АПВ?
- Можно ли возвращать отключенное оборудование в работу?
- Правильно ли отработали устройства защиты?

... определение неверных уставок или схем РЗА.

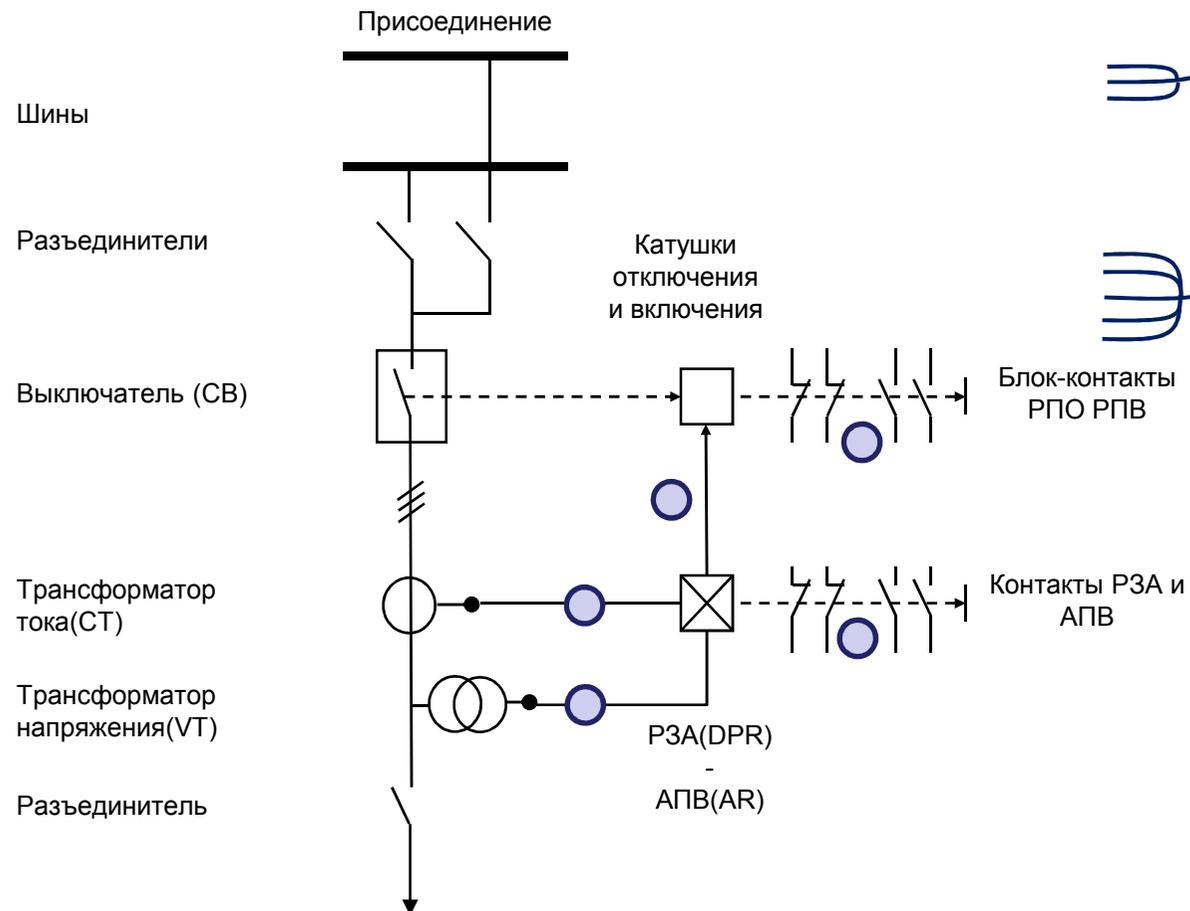
Учитывая схему всей энергосистемы ...



systems europe
software engineering
for electric power



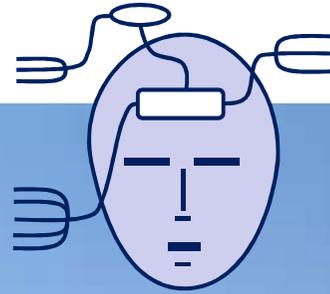
... FACES проводит комплексный анализ сигналов



Выявление скрытых проблем

- Несогласованность основных и резервных защит
- Выявление не одновременности срабатывания полюсов выключателей.
- Ошибки в настройках селективности защит.
- Неправильное действие АПВ.
- Неверная настройка ПА.

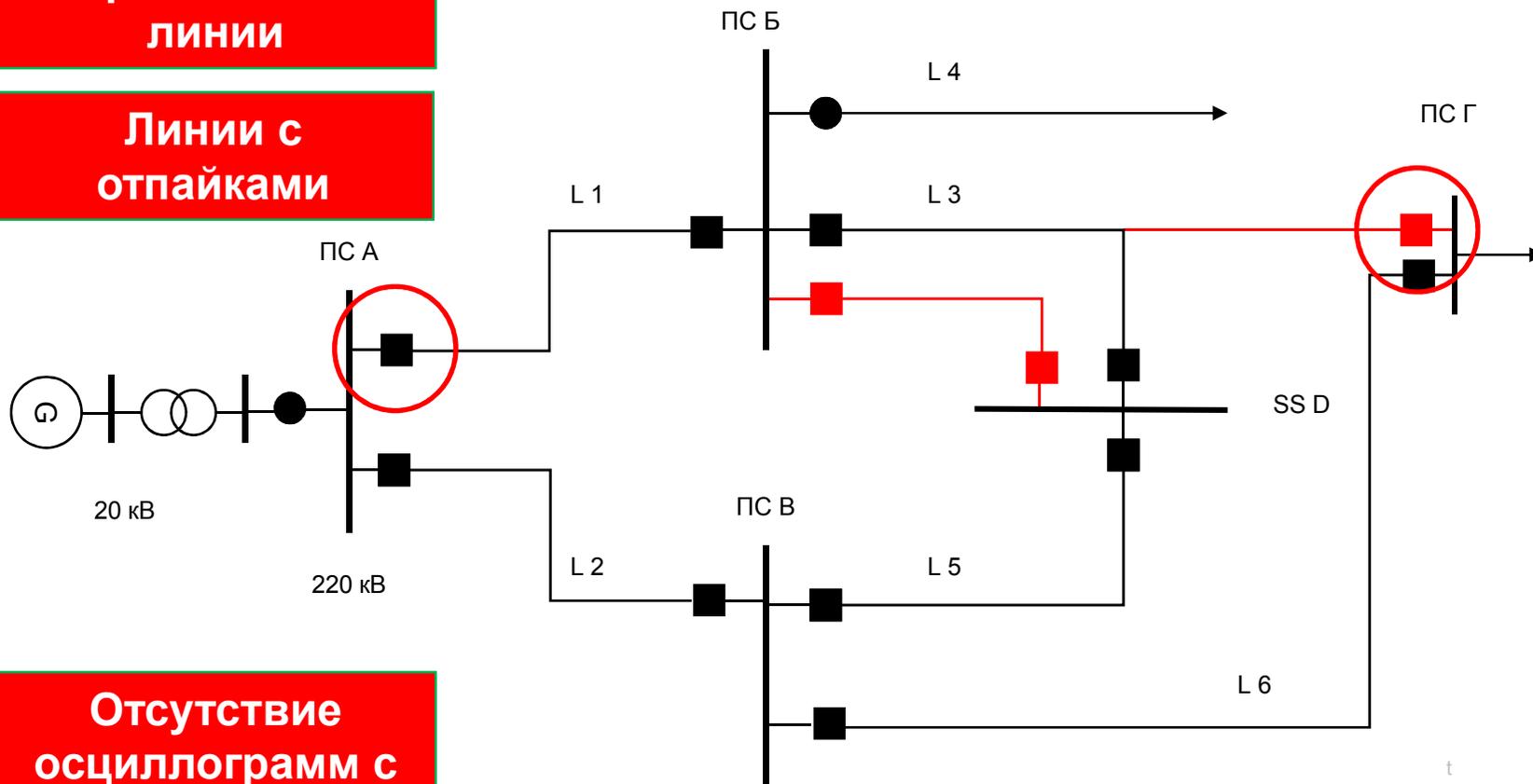
➤ Сложность задач подобна поиску иголки в стоге сена



FACES разработан для анализа сложных сетей с учетом вероятности отсутствия некоторых данных

**Параллельные
линии**

**Линии с
отпайками**



**Отсутствие
осциллограмм с
некоторых
подстанций**

➤ Типичный пример – Повреждение строительным краном воздушной линии.



systems europe
software engineering
for electric power

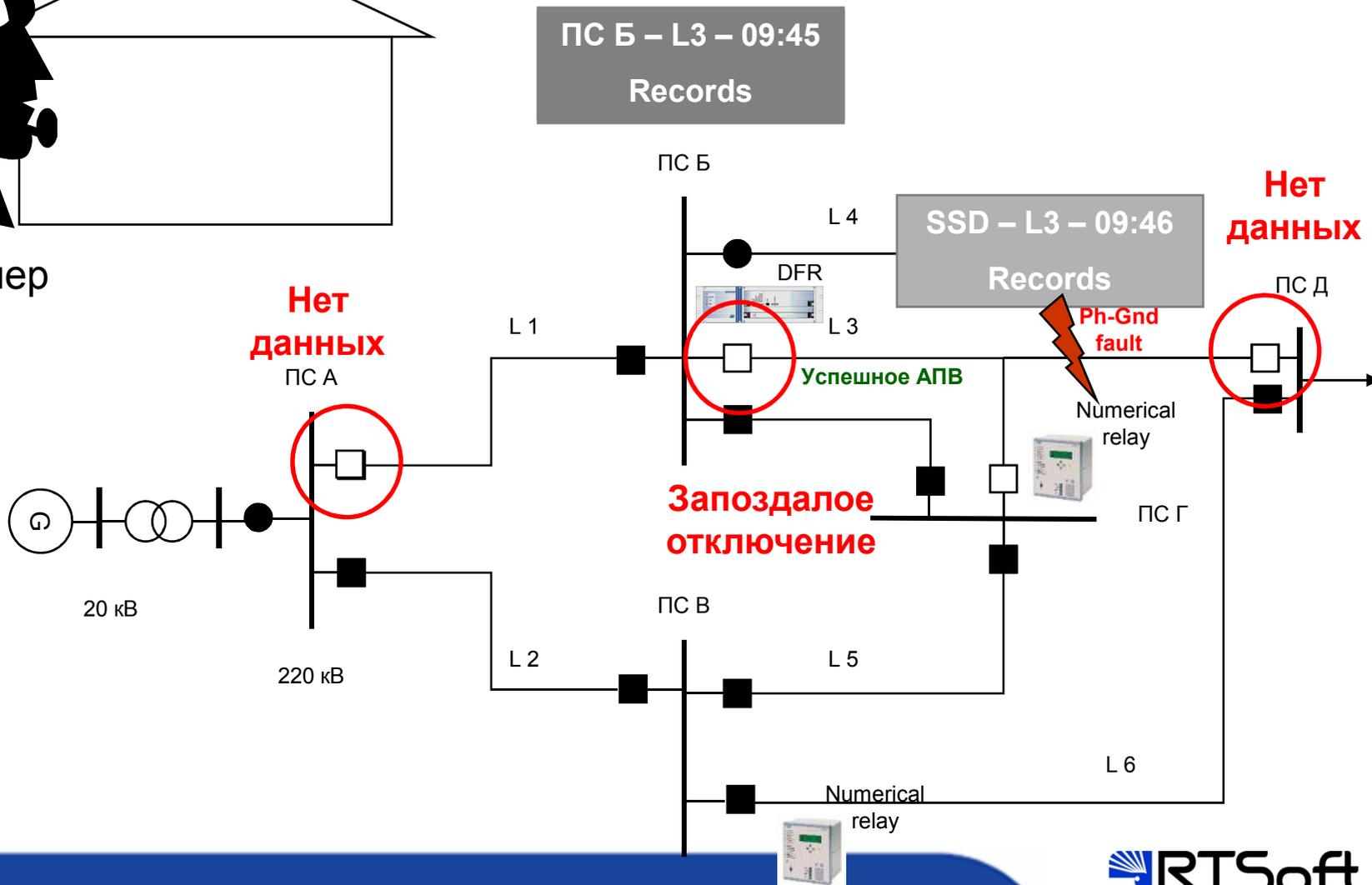
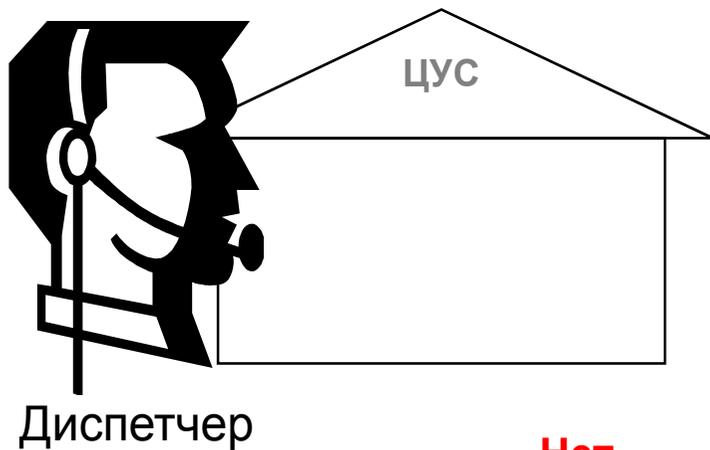




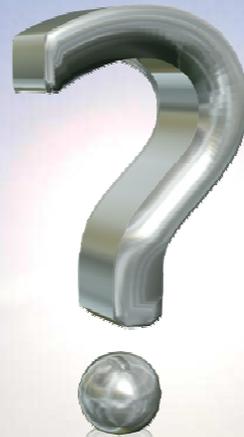
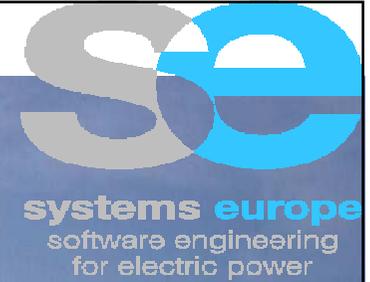
systems europe
software engineering
for electric power



Последовательность событий



Где произошло повреждение?
... какая причина повреждения?



Определение места повреждения

Fault Location

Использование оптимального алгоритма

- Одностороннее ОМП
- Двухстороннее ОМП
- Учет параллельных линий
- ОМП для КВЛ

Сигнатурный анализ



systems europe
software engineering
for electric power

Замыкание из-за ПТИЦ



Замыкание краном

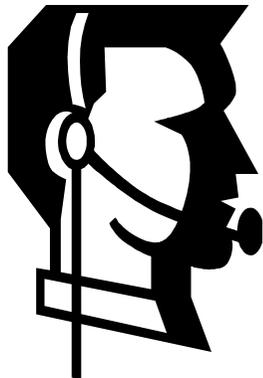
Повреждение
изолятора



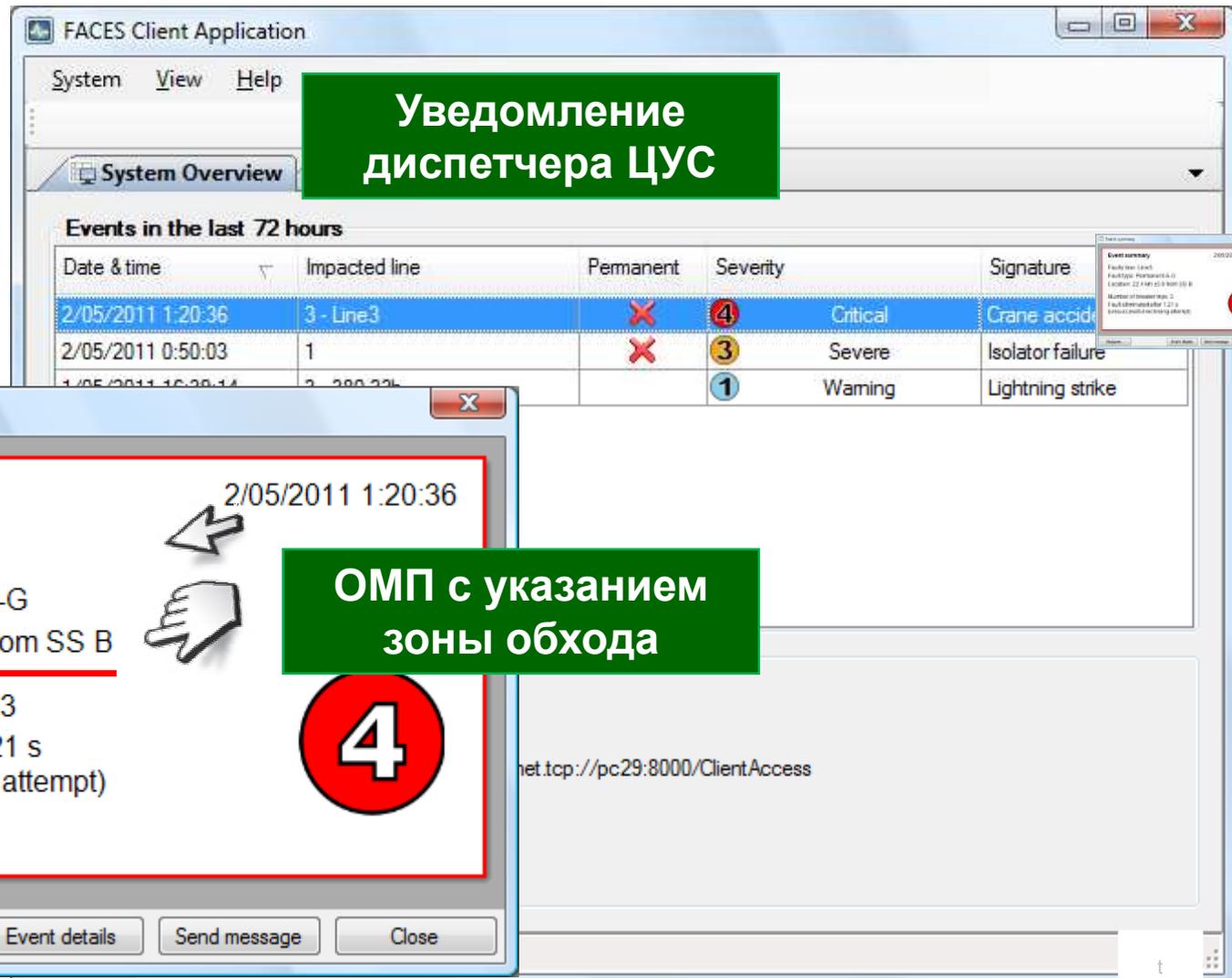
Удар молнии



Уведомление диспетчера ЦУС



Диспетчер



Уведомление диспетчера ЦУС

Events in the last 72 hours

Date & time	Impacted line	Permanent	Severity	Signature
2/05/2011 1:20:36	3 - Line3	X	4 Critical	Crane accident
2/05/2011 0:50:03	1	X	3 Severe	Isolator failure
1/05/2011 10:28:14	2 - 200-235		1 Warning	Lightning strike

ОМП с указанием зоны обхода

4

Event summary

2/05/2011 1:20:36

Faulty line: Line3

Fault type: Permanent A-G

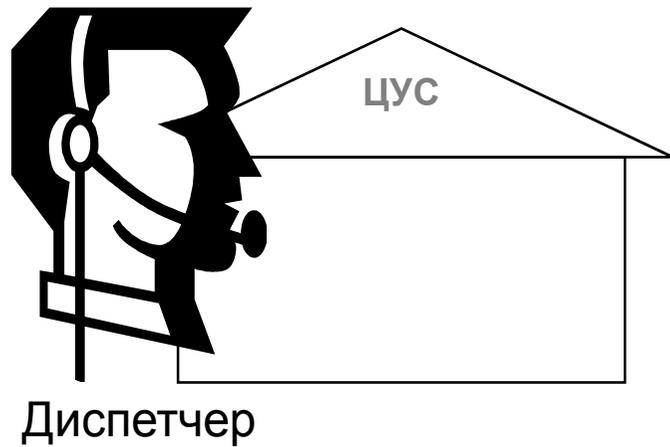
Location: 22.4 km ±0.6 from SS B

Number of breaker trips: 3

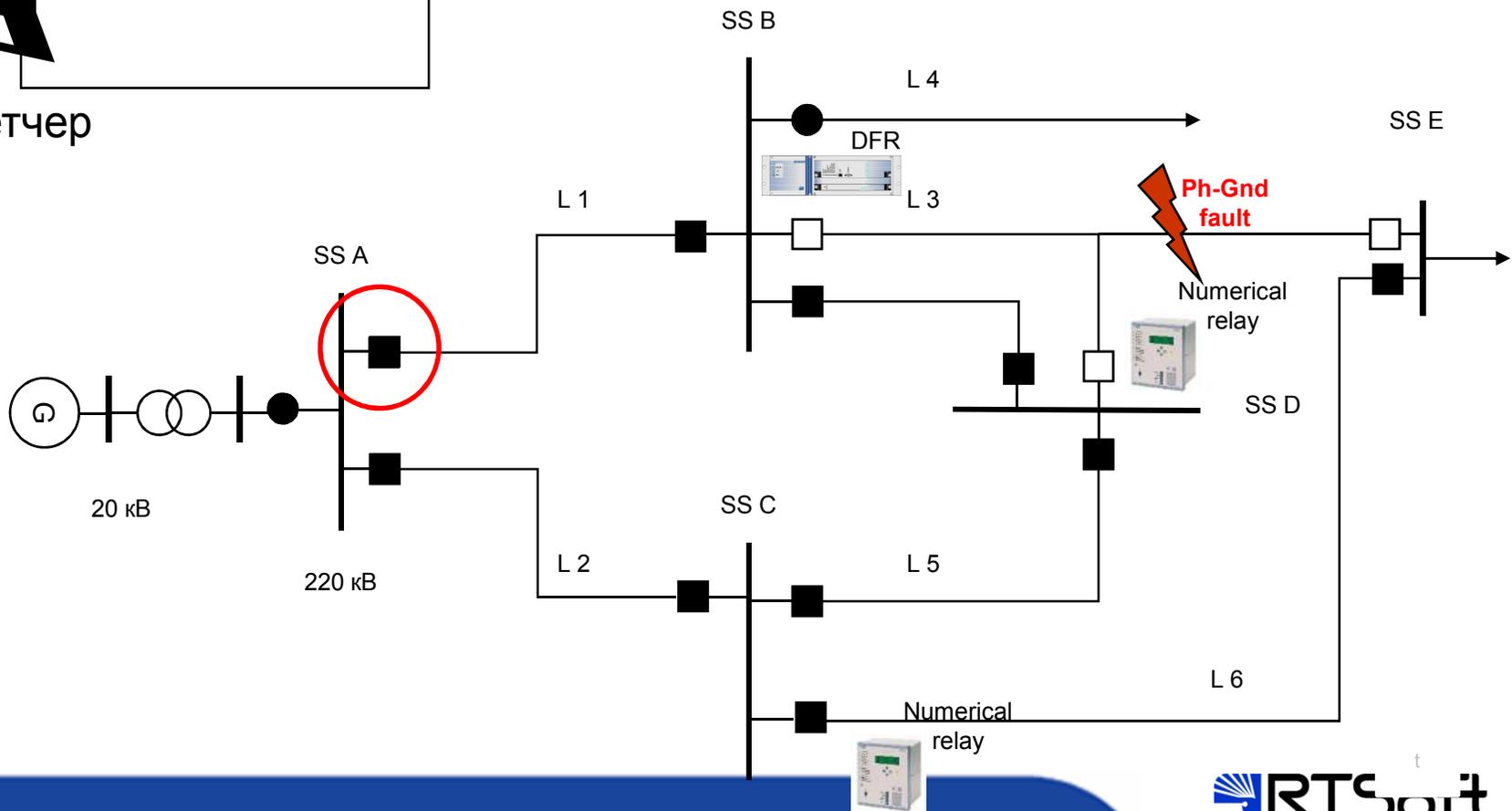
Fault eliminated after 1.21 s
(unsuccessful reclosing attempt)

Designer... Event details Send message Close

Первый шаг



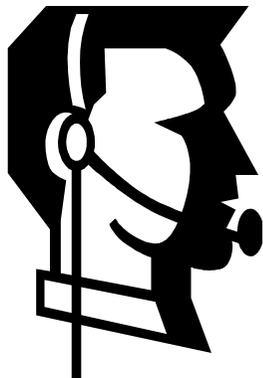
Диспетчер
включает линию
L1



Уведомление ОВБ



systems europe
software engineering
for electric power



Диспетчер

FACES Client Application

System View Help

System Overview Events

Events in the last 72 hours

Date & time	Impacted line	Permanent	Severity	Signature
2/05/2011 1:20:36	3 - Line3	X	4 Critical	Crane accid
2/05/2011 0:50:03	1	X	3 Severe	Isolator failur
1/05/2011 16:39:14	3 - 380.33b		1 Warning	Lightning strike

Event summary

Event summary 2/05/2011 1:20:36

Faulty line: Line3
Fault type: Permanent A-G
Location: 22.4 km ±0.6 from SS B

Number of breaker trips: 3
Fault eliminated after 1.21 s
(unsuccessful reclosing attempt)

4

Designer... Event details **Send message** Close

Диспетчер
уведомляет о
событии персонал
ОВБ

Уведомление ОВБ



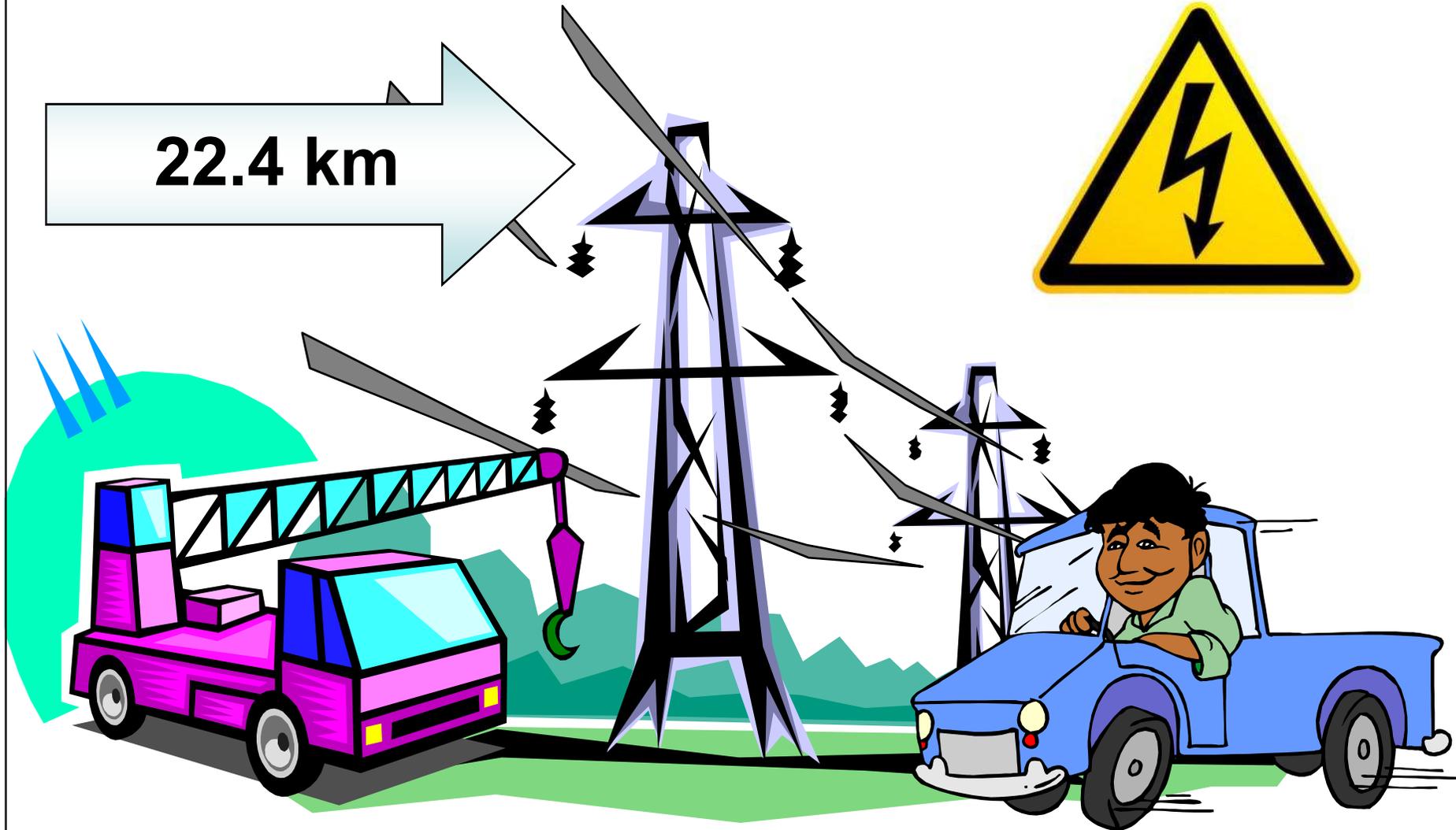
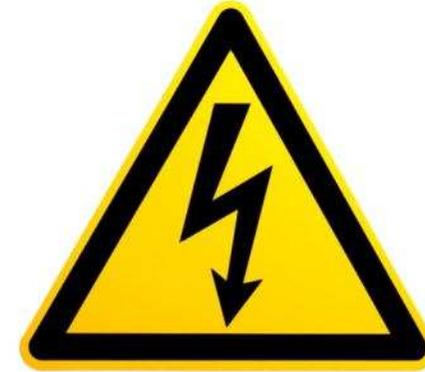
ОВБ

Дальнейшие шаги?



systems europe
software engineering
for electric power

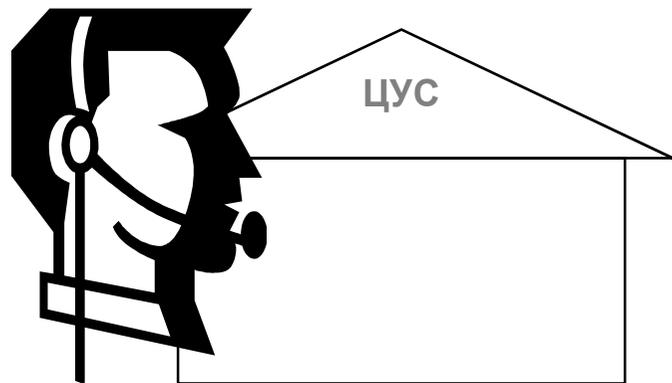
22.4 km



.. Восстановление нормальной схемы

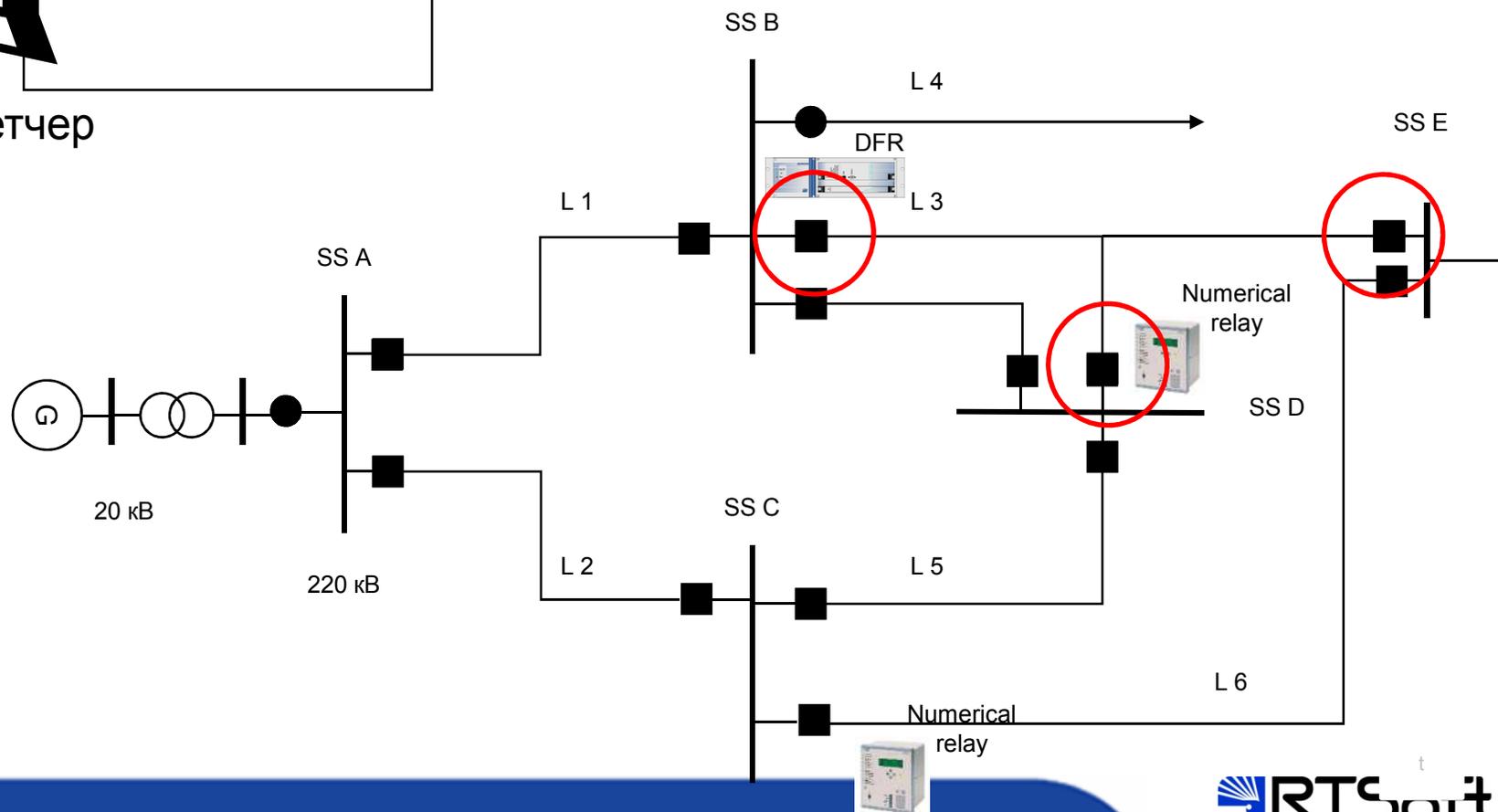


systems europe
software engineering
for electric power



Диспетчер

Диспетчер
вводит в работу
линию L3





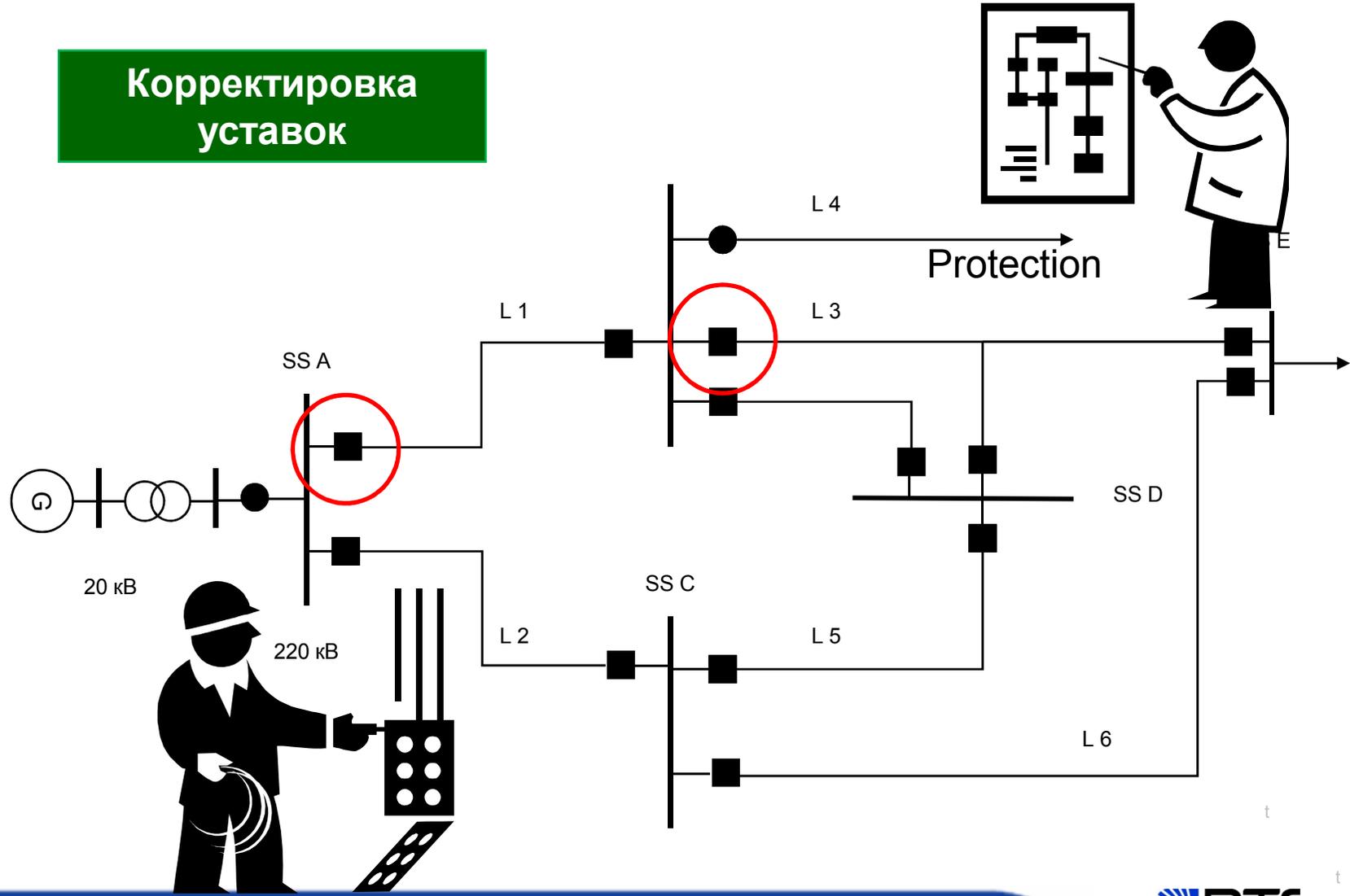
systems europe
software engineering
for electric power

Несколько дней спустя...

Разбор полетов.

Анализ действия защит

Корректировка уставок



Сортировка событий по важности



Релейщик

Application: **FACES Client Application**

System Overview | **Events** | Event Summary - 2/05/2011 1...

Search for events
 Most recent events In a date range
1/07/1995 1/06/2011

1/01/2000 0:00:00 1/06/2011 0:00:00

Apply More options

Trips	Substations	Permanent	Faulty phases	Fault current (kA)	Clearance time (ms)	Restore time (s)	Severity	Follow-up	Records
1	Beringen		C	8.3	121	1.1	1	New	2
1	Bristol	✗	2-ph	8	67	0	3	Complete	2
1	Bruegel		A	10.8	60	0	1	New	2
1	Brugge	✗	2-ph	8.2	120	0	3	Complete	2
0	Champion		C	0.8	121	0.2	0	Complete	1
1	Courcelles		A	5.9	63	0	1	New	2
1	Mambong	✗	Evolving	0.4	-	0	3	New	1
1	Ninove	✗	B	0.8	178	0	3	Archived	1
1	Santiponce	✗	Evolving	2.3	62	0	3	Archived	2
1	SS B	✗	A	0.7	108	0	4	Complete	0
1	SS E	✗	Evolving	0.9	560	0	3	New	1
2	SS E	✗	A	1.5	108	0	4	Complete	1
1	Stalen		C	6	111	1.1	1	New	2
1	Torrearenillas	✗	Evolving	12.8	75	0	3	Archived	2

Выбор диапазона времени для анализа

Список событий с указанием важности

Параметр важности определяет уровень опасности события



Инженер РЗА

Event summary 2/05/2011 1:20:36

Faulty line: Line3
Fault type: Permanent A-G
Location: 22.4 km ±0.6 from SS B

Number of breaker trips: 3
Fault eliminated after 1.21 s
(unsuccessful reclosing attempt)

4

Designer... Event details Send message Close

Критерии важности

- Уровень тока → 1
- Постоянность повреждения → 2
- Количество линий → 3
- Неисправность РЗА → 4

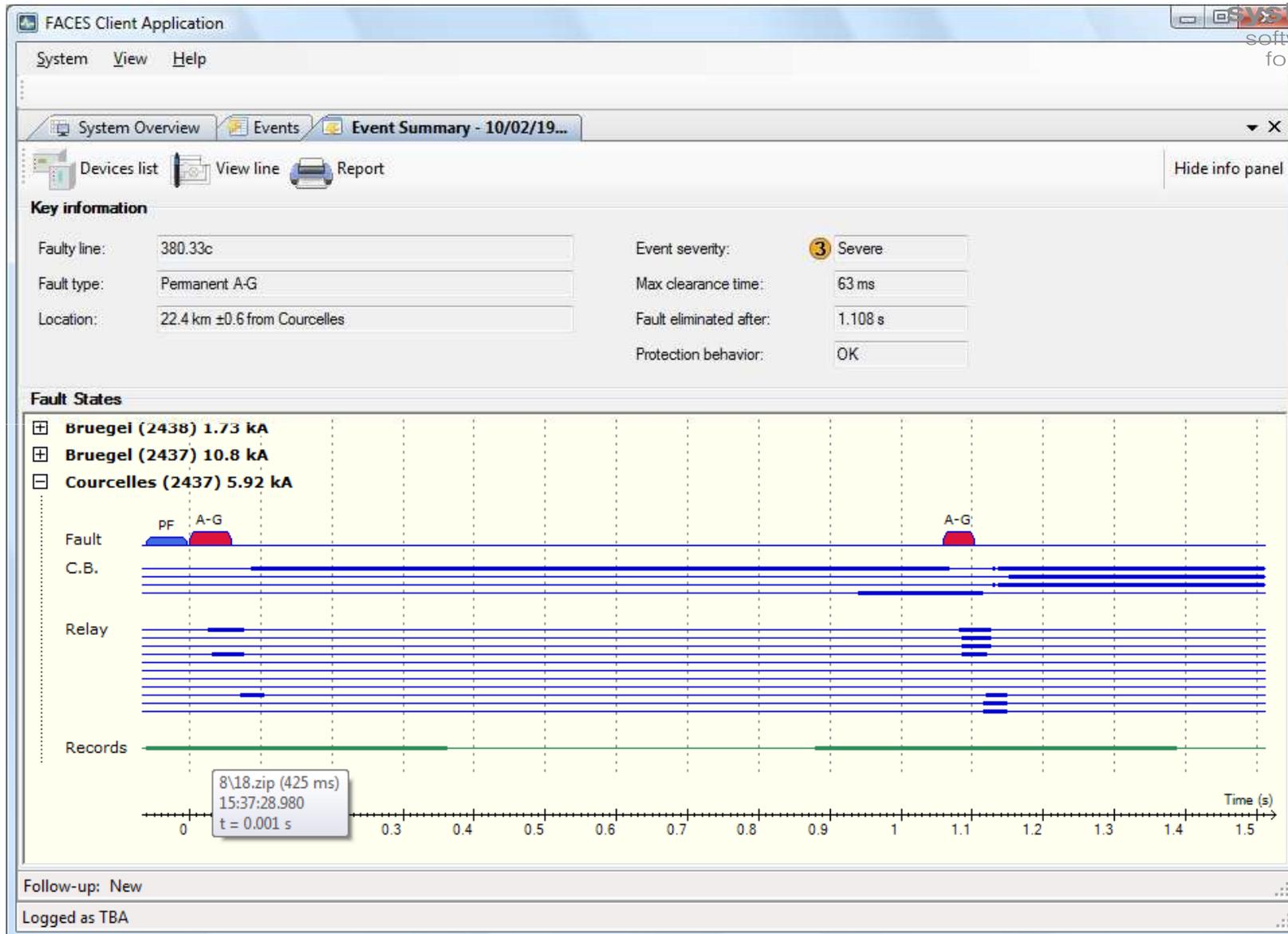
**... ВОЗМОЖНОСТЬ
добавлять свои
критерии для оценки**

4 **Что это значит?**

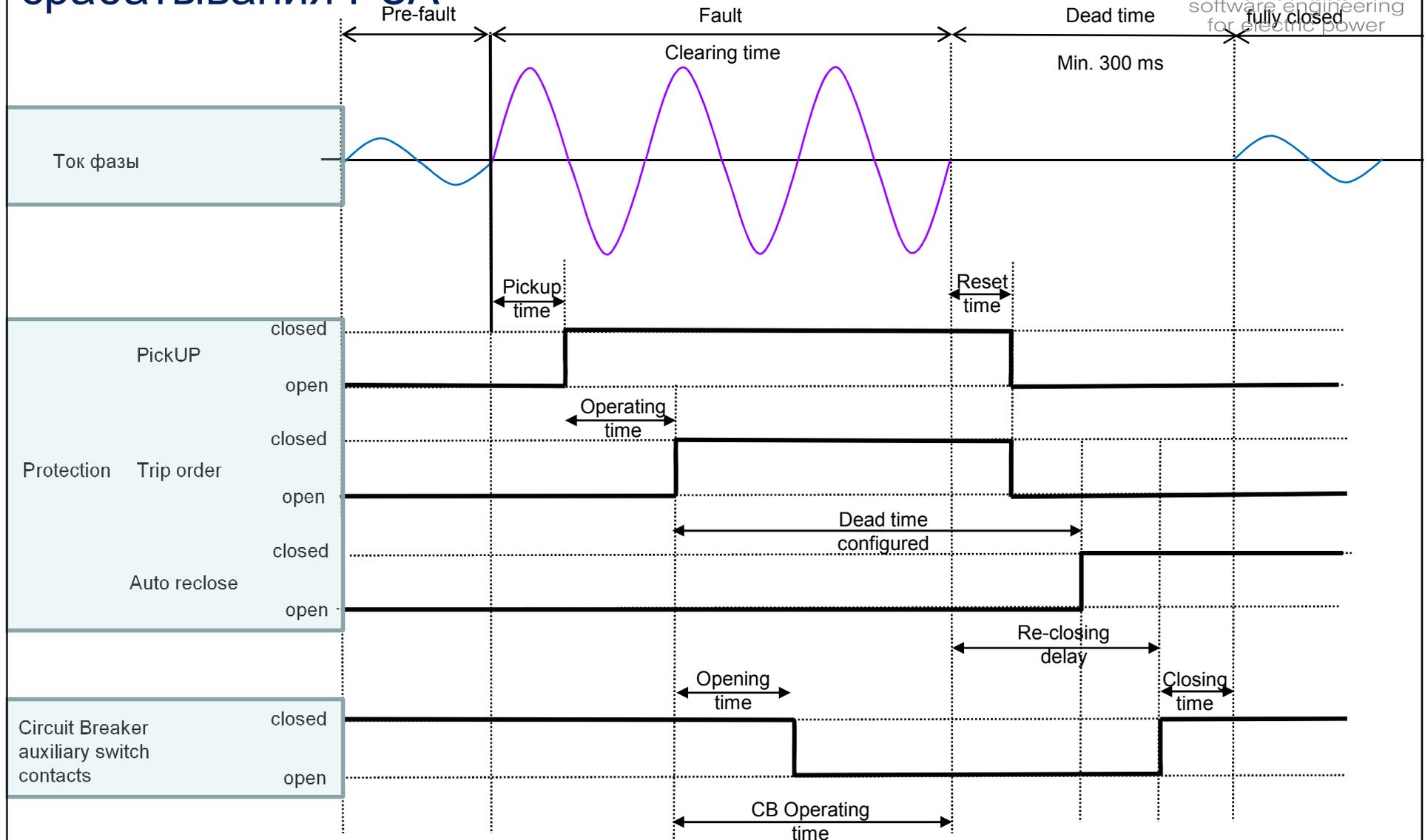
Детальный анализ события



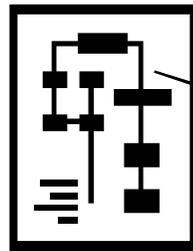
systems europe
software engineering
for electric power



FACES – автоматический анализ времени срабатывания РЗА



Анализ системы РЗА



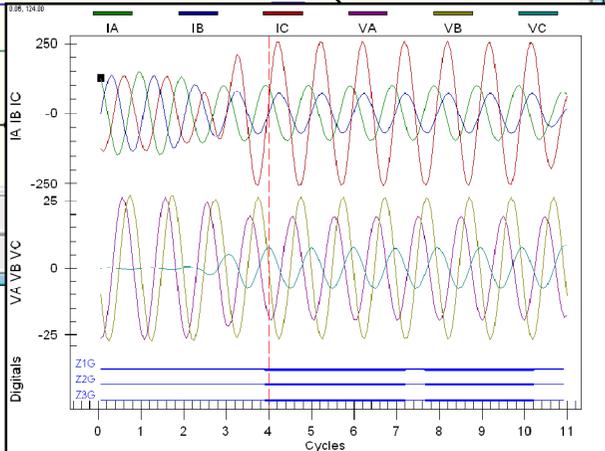
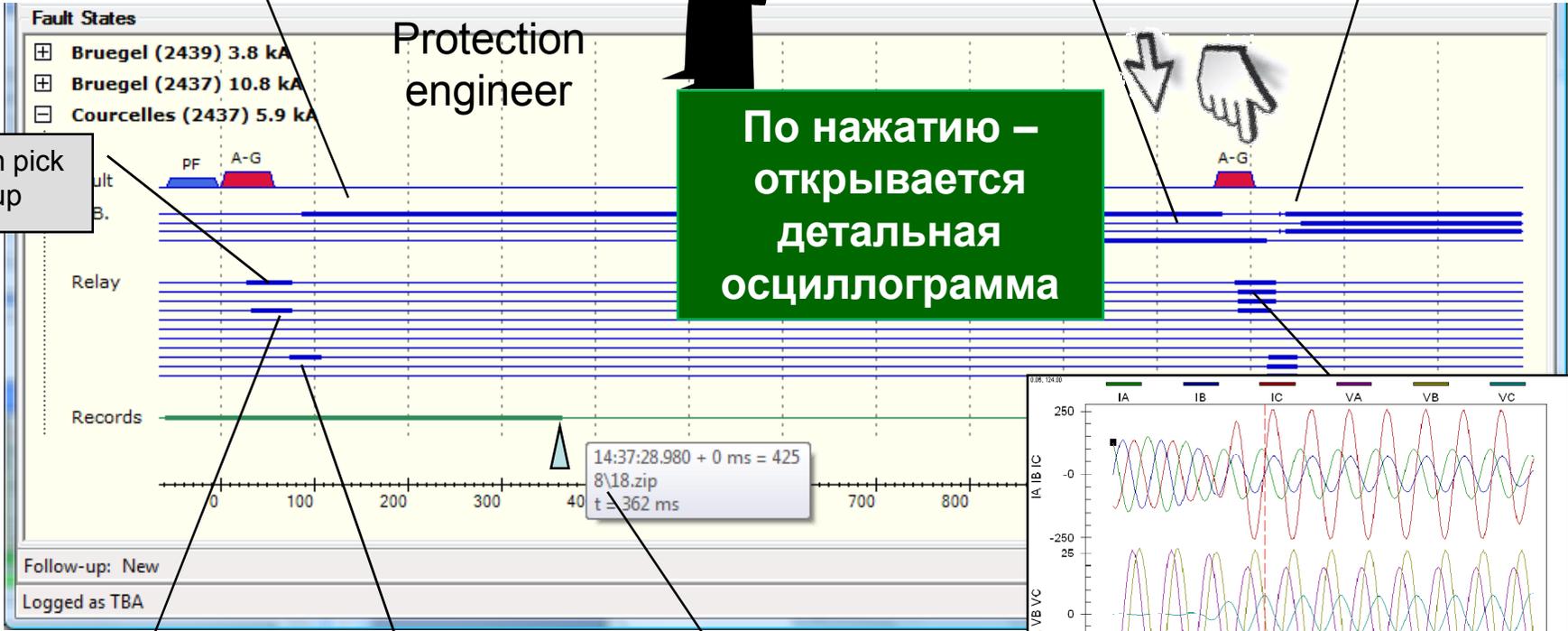
Reclosing order

CB open 3-ph

CB open 1-ph

Protection engineer

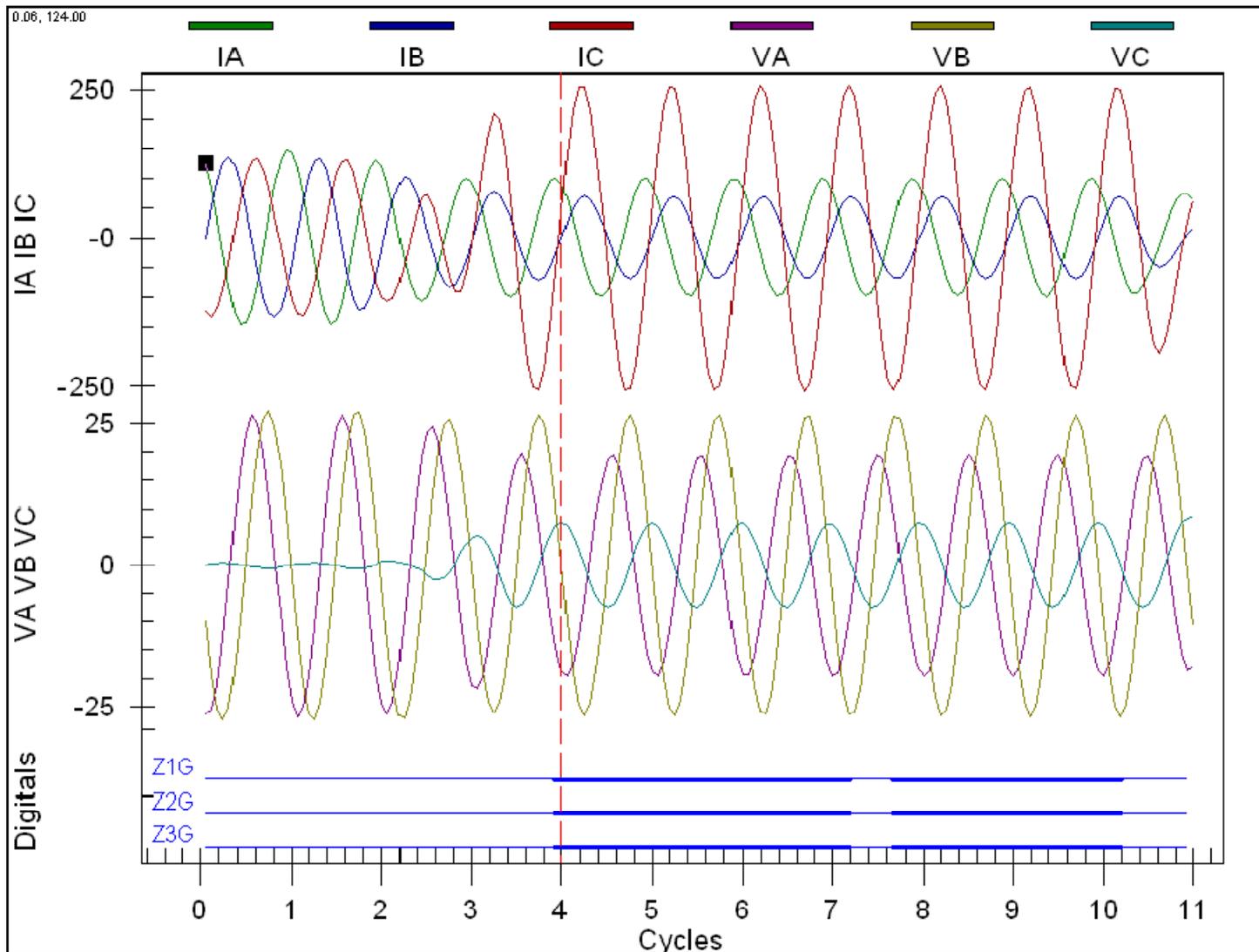
**По нажатию –
открывается
детальная
осциллограмма**



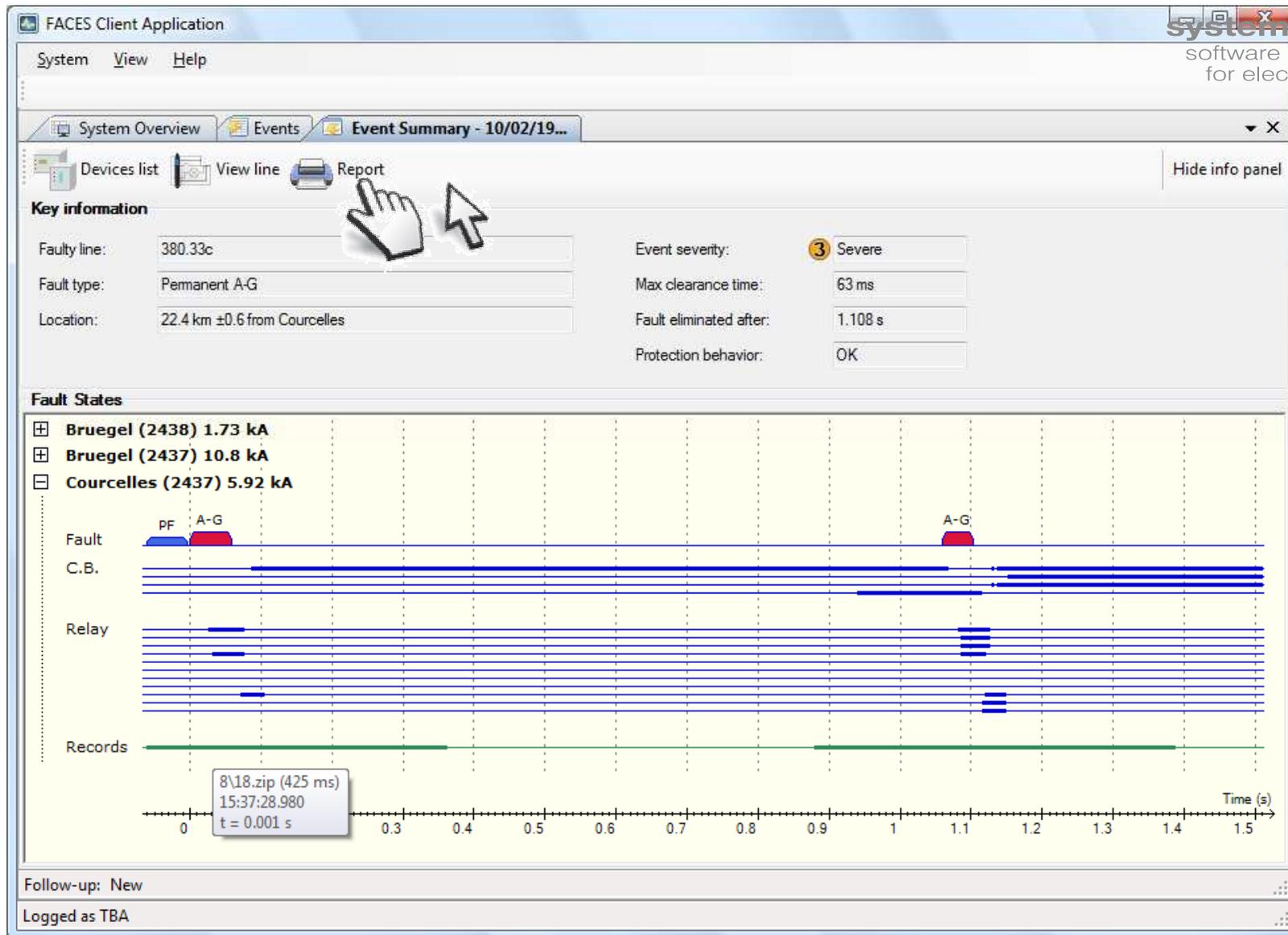
Просмотр осциллограмм. Возможно подключение внешних программ.



systems europe
software engineering
for electric power



Автоматизированная генерация отчетов



Отчет о событии

The screenshot displays the FACES Client Application interface. The main window shows an 'Event Report' for a severe fault on 10/02/1997. The report is structured as follows:

Event description	
Date/time:	10/02/1997 15:37:29
Faulty line:	380.33c
Fault type:	Permanent A-G
Location:	22.4 km ±0.6 from Courcelles
Eliminated after:	1.108 s
Event severity:	Severe
Event follow-up:	In progress

Courcelles substation

- Feeder: 2437
- Breaker trip
- Maximum fault current: 5.92 kA
- Maximum clearance time: 63 ms
- Fault records: 2

Bruegel substation

- Feeder: 2437
- Breaker trip
- Maximum fault current: 10.8 kA
- Maximum clearance time: 60 ms
- Fault records: 2

The interface also includes a left sidebar with filters (Severity: Severe, Follow-up: In progress) and a top menu bar (System, View, Help). The status bar at the bottom indicates 'Page 1 of 1' and 'Logged as TBA'.

Гибкие
ВОЗМОЖНОСТИ
конфигурированы
я

Содержание отчета

Итого:

1. Event report

Event description	
Date/time	August 30, 2010 – SS B 01:20:36
Line:	Line 3
Fault type:	Permanent A-GND
Location:	22.4 km +/- 0.6 km from SS B
Restore time:	-
Event severity:	critical
Event follow-up:	action pending

Содержание отчета. Детальная информация по каждой ПС

**Автоматический
анализ действий
РЗА**

**Основная
защита**

**Резервная
защита**

Выключатель

SS E substation

Feeder: 20
Maximum fault current: 6.0 kA (50Hz rms)
Maximum clearance time: 107 ms [*<120 ms*]
Fault records 2

Protection system analysis

Relay R1Z23B

T _{0+19 ms}	1 st pickup	19 ms	Type 21 - Ph 12	[<i><30 ms</i>]
	2nd pickup	48 ms	Type 67N - DEF	
	Operating time	63 ms		[<i><80 ms</i>]
	Reset time	44 ms		[<i><60 ms</i>]

Relay R1KZ7

T _{0+37 ms}	1 st pickup	37 ms	Type 21	[<i><40 ms</i>]
	Operating time	39 ms		[<i><80 ms</i>]
	Reset time	49 ms		[<i><60 ms</i>]

Circuit breaker

T _{0+114 ms}	Tripping mode		1 pole - Ph 12	
	Operating time	31 ms		[<i><60 ms</i>]
	Reclose	Yes	Dead time= 982 ms	[<i>600-1200 ms</i>]
			Closing time=36 ms	[<i>100 ms</i>]

Line currents and voltages (50Hz RMS values)

Value	Pre-fault	Fault #1	Fault#2	Fault#3	Post-fault	Unit
I4	0.3	0.3	-	-	0.2	kA
I8	0.3	0.2	-	-	0.2	kA
I12	0.3	6.0	-	-	0.2	kA
I _n	0.0	6.0	-	-	0.0	kA
V4	94.8	94.9	-	-	95.4	kV
V8	89.1	87.6	-	-	89.6	kV
V12	95.3	63.2	-	-	95.9	kV
Type	-	A-GND	-	-	-	-
Impedance	-	0.2	-	-	-	Ω

Содержимое отчета

Признаки нарушений и рекомендации

Rules not satisfied	Level
False tripping	Critical
Permanent fault	Significant
Multiple Lines	Severe
Max current level	Warning

Follow-up tasks	Assigned to	Done
Check protection behavior	Protection staff	<input checked="" type="checkbox"/>
Comments This section is for user's comments		

**Общая информация
доступная всем
пользователям**

Интеллектуальная экспертная система

Настраиваемый набор правил



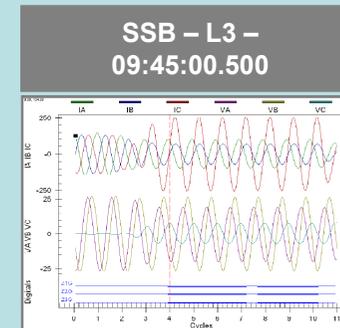
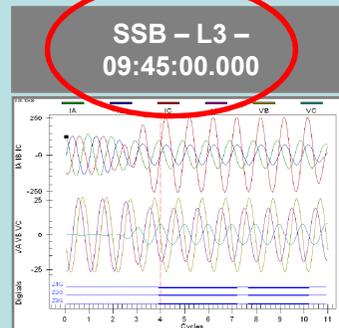


**Синхронизация
данных от разных
устройств?**

Осциллограммы синхронизируются внутри FACES

Осциллограмма аварии

Осциллограмма АПВ

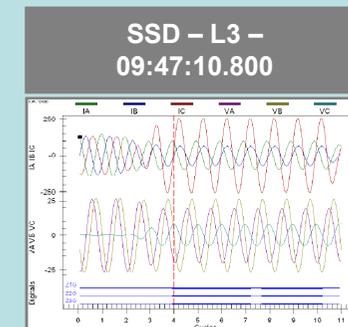
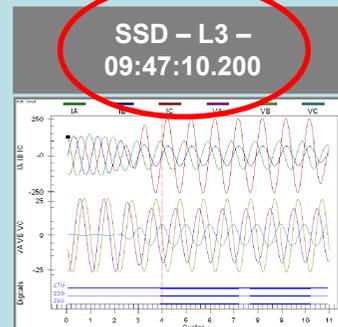


$\Delta t = 130 \text{ sec}$

**Автоматическая пост-
синхронизация**

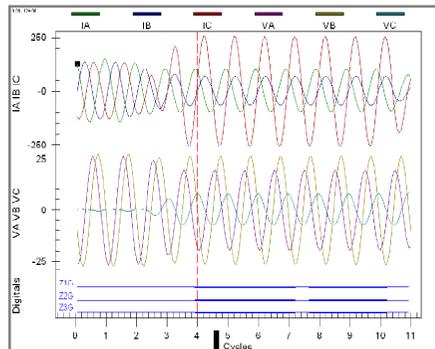


Устройство не
синхронизировано



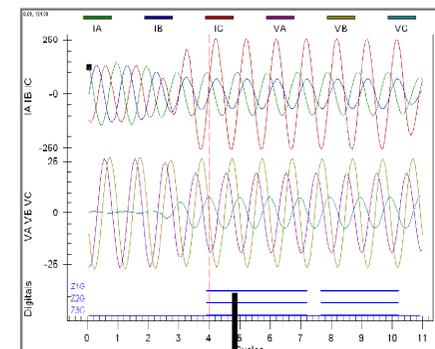
Автоматическое объединение нескольких осциллограмм в общий аварийный процесс

SSB – L3 –
09:45:00.000

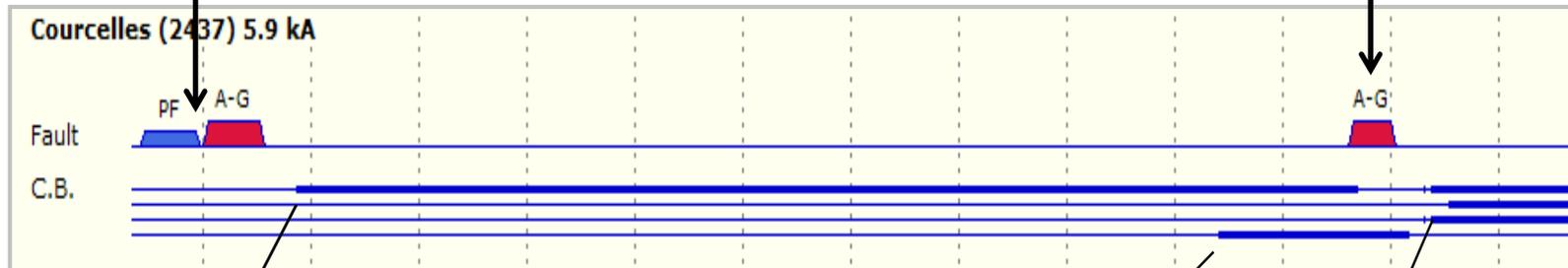


Fault inception record

SSB – L3 –
09:45:00.500



Reclosing record



CB 1-ph
opening

Reclosing
order

CB 3-ph
opening



Ключевые показатели Эффективности (КПЭ)

Используемые КПЭ

- **Доступность данных**
Число загруженных осциллограмм
- **Эффективность анализа**
Число аварий обработанное и определенное с достаточной точностью.
- **Эффективность сети**
Среднее время восстановления и количество предотвращенных повреждений
- **Эффективность действий**
Число успешных восстановлений сети без привлечения персонала ОВБ.
- **Улучшение знаний.**
Расследование ситуаций.
- **Количественная оценка долгосрочной эффективности.**
Улучшение организации релейной защиты, превентивные действия предотвращающие аварии.



systems europe
software engineering
for electric power

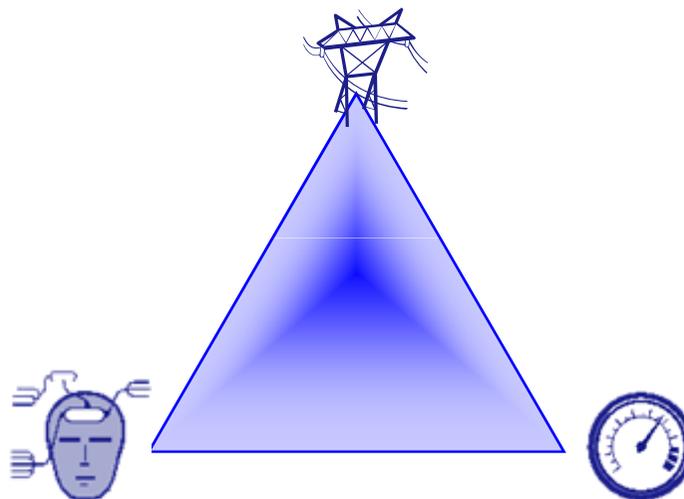


Управляющий

“FACES” - Средство улучшения качества систем передачи электроэнергии

Доступность

"Энергия для людей"



Знания

"Люди для энергии"

Время реакции

"d(реакции)/dt"



Спасибо за внимание.