



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

ФИЛИАЛ АО «СО ЕЭС» РДУ ТАТАРСТАНА

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Международная научно-техническая конференция «Технологический суверенитет и цифровая трансформация в энергетике»
Казань, 2024

Иванов Игорь Юрьевич

Главный специалист Службы релейной защиты и автоматики
Филиала АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана



ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СФЕРЫ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

ОСНОВНЫЕ
НАПРАВЛЕНИЯ

1

Использование стандарта CIM при формировании цифровой модели энергосистемы и предоставлении информации о параметрах и характеристиках оборудования

Переход на новый уровень информационного обмена

2

Дистанционное управление (ДУ) оборудованием и устройствами РЗА объектов электроэнергетики из диспетчерских центров

Сокращение времени переключений

3

Система доведения плановой мощности до объектов генерации (СДПМ)

Повышение надежности и оперативности передачи плановых диспетчерских графиков и команд

4

Ценозависимое снижение потребления (ЦЗСП)

Снижение цен на оптовом рынке в пиковые часы

5

Система мониторинга переходных режимов (СМПР)

Повышение качества управления электроэнергетическим режимом энергосистемы

6

Система мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ)

Увеличение диапазона использования пропускной способности сети

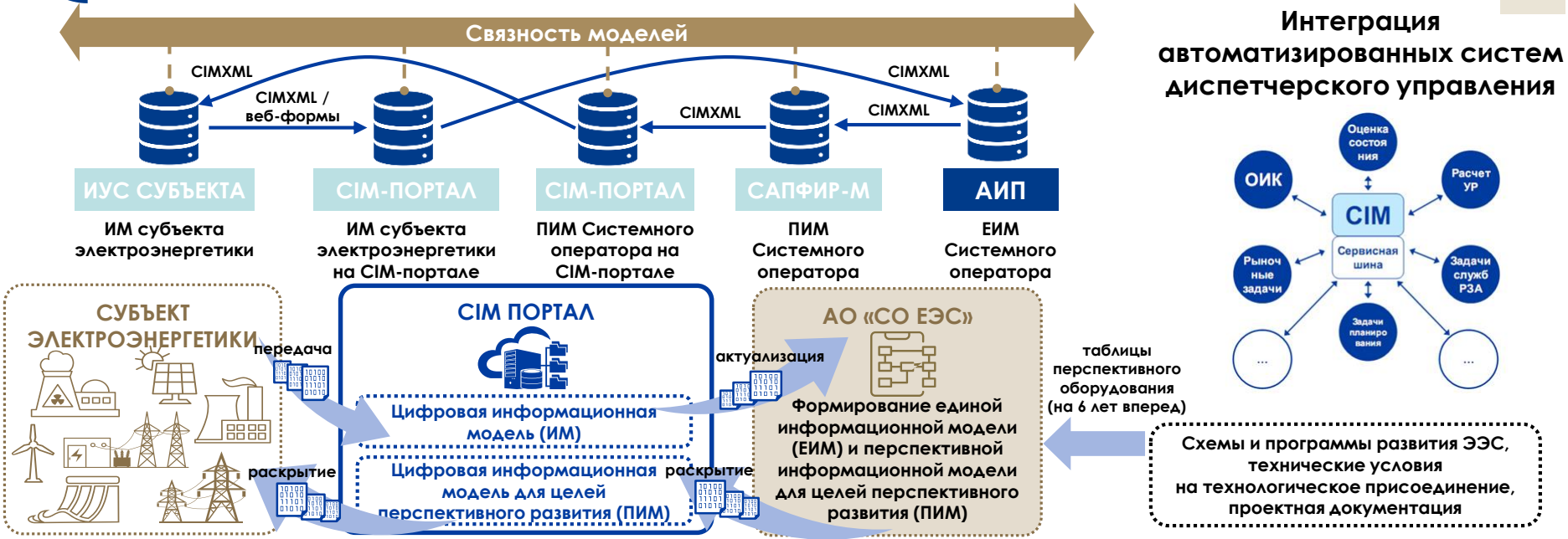
7

Автоматизированная система анализа аварийных событий и функционирования устройств РЗА (АСА РЗА)

Сокращение времени анализа работы устройств РЗА

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТА CIM ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ



Эффекты от использования единого стандарта информационного обмена:

- упрощение обмена информацией между различными компаниями;
- повышение качества моделирования различных процессов в энергосистеме;
- облегчение интеграции существующих и новых автоматизированных систем различных производителей.



ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ (ДУ) ОБОРУДОВАНИЕМ И УСТРОЙСТВАМИ РЗА ИЗ ДИСПЕТЧЕРСКОГО ЦЕНТРА



Оборудование	Время выполнения операций традиционным способом в РУ	Время выполнения операций с использованием АПП
В-520 ПС 500 кВ Щёлоков	15 – 20 мин	1 мин 21 сек
1 СШ 500 кВ ПС 500 кВ Щёлоков	20 – 60 мин	4 мин 28 сек
АТ-1 500/220 кВ ПС 500 кВ Щёлоков	30 – 40 мин	2 мин 13 сек
ВЛ 220 кВ Щёлоков – Центральная I цепь	40 – 60 мин	2 мин 19 сек

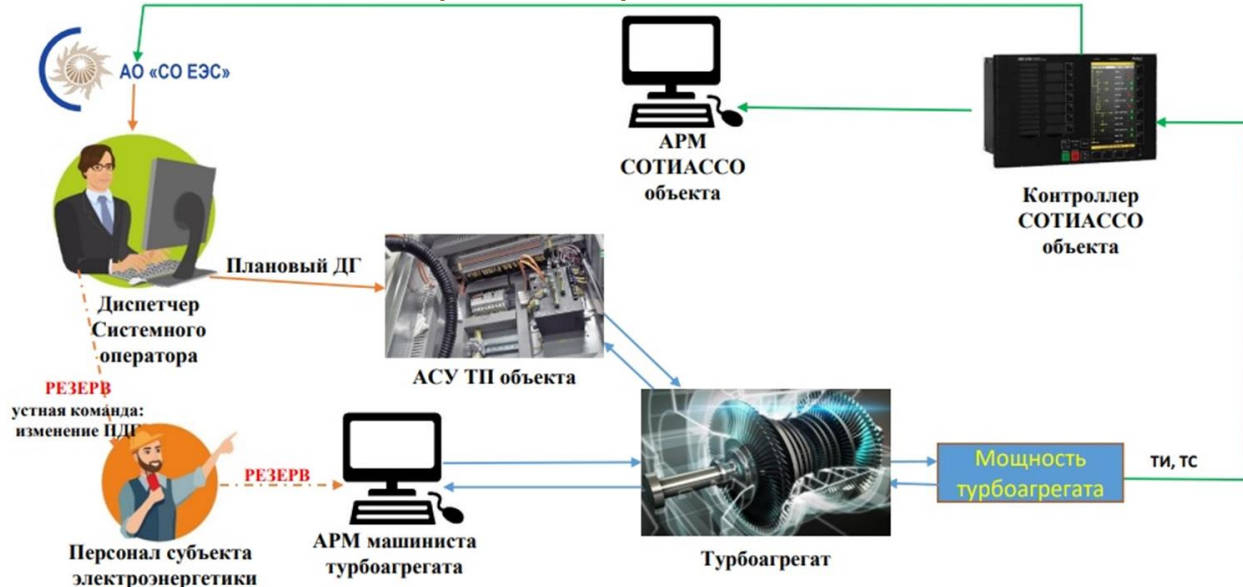


Эффекты от внедрения ДУ оборудованием и устройствами РЗА:

- сокращение времени выполнения оперативных переключений;
- снижение объема и длительности режимных ограничений, необходимых для производства переключений;
- возможность реализации автоматизированных программ переключений;
- сокращение длительности существования послеаварийного режима.



СИСТЕМА ДОВЕДЕНИЯ ПЛАНОВОЙ МОЩНОСТИ ДО ОБЪЕКТОВ ГЕНЕРАЦИИ (СДПМ)



Эффекты от внедрения СДПМ:

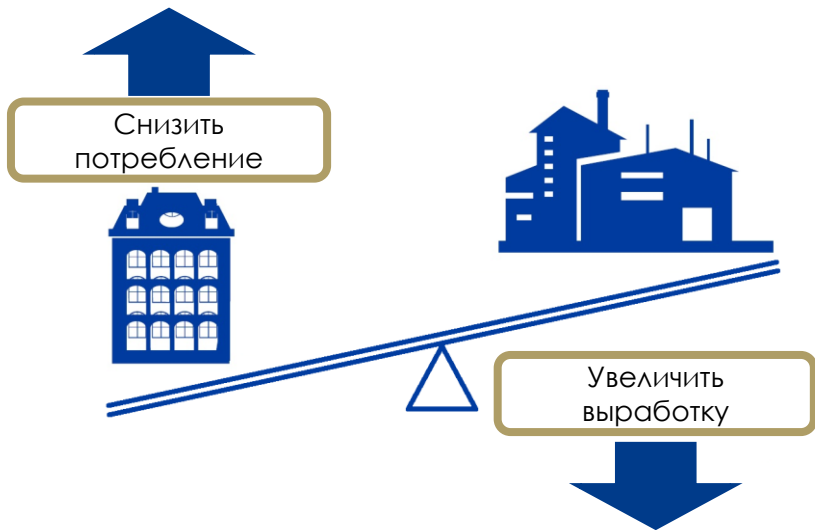
- увеличение скорости доведения плановых диспетчерских графиков и команд до систем технологического управления мощностью ГЭС и ТЭС;
- ускорение восстановления режимно-балансовой ситуации в ЕЭС России в случае отклонений электроэнергетического режима от планового диспетчерского графика.



ЦЕНОЗАВИСИМОЕ СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ (ЦЗСП)



+ 21,4 МВт запаса мощности на потребительских подстанциях с управляемым потреблением



В основе концепции ЦЗСП лежит идея о том, что с точки зрения обеспечения баланса производства и потребления электроэнергии изменение потребления эквивалентно изменению генерации

Потребитель, готовый по требованию снизить свое потребление, может рассматриваться как альтернатива генерации на рынках электроэнергии и мощности

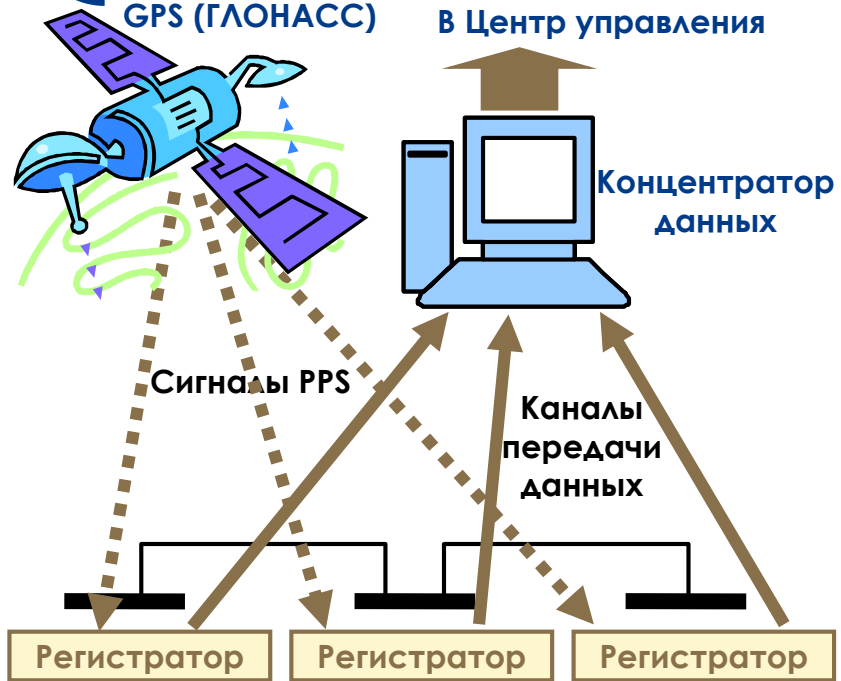


Эффекты от внедрения ЦЗСП:

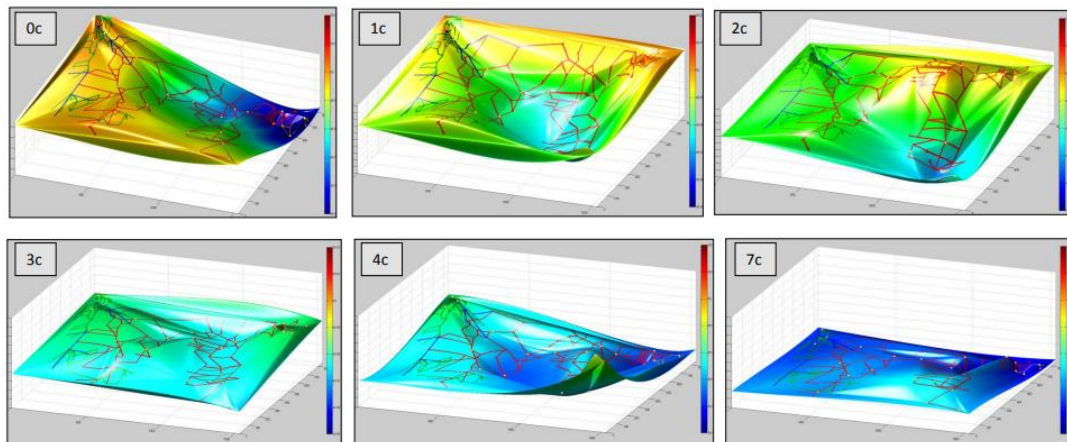
- оптимизация загрузки наиболее эффективных электростанций;
- расширение инструментария управления режимами за счет участия потребителя в управлении спросом.



СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ (СМПР)



ПО объемного представления изменения параметров электроэнергетического режима в масштабах ЕЭС России



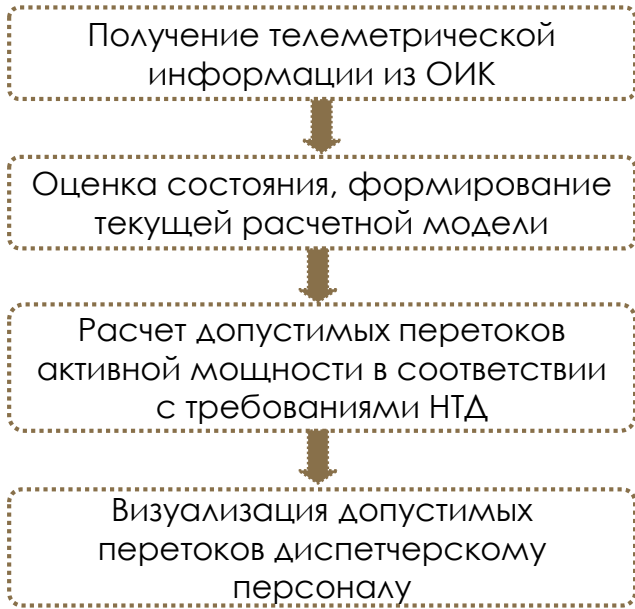
Эффекты от внедрения СМПР:

- повышение качества анализа технологических возмущений и аварий в ЕЭС;
- упрощение процедуры актуализации и верификации расчетных моделей для расчетов электромеханических переходных процессов.

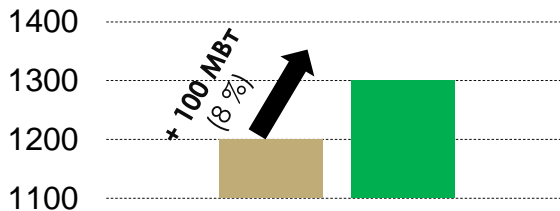


СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗАПАСОВ УСТОЙЧИВОСТИ (СМЗУ)

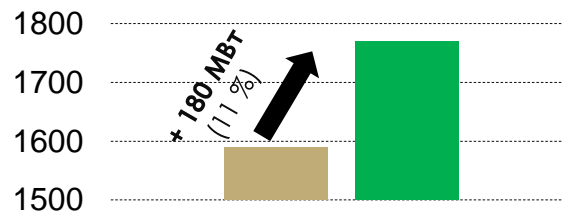
8



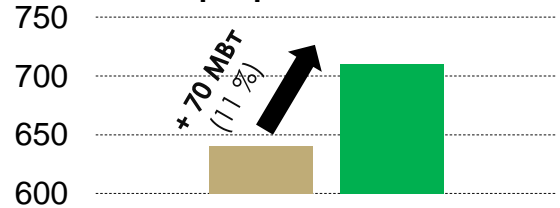
Величина МДП в КС «Бугульма», МВт



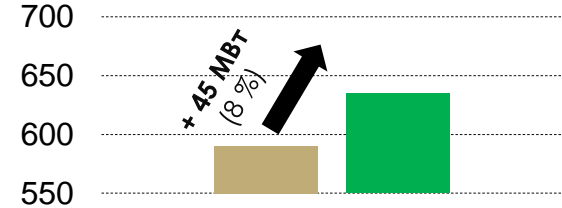
Величина МДП в КС «Казань», МВт



Величина МДП в КС «Нижнекамский энергорайон», МВт



Величина МДП в КС «5 АТ, 6 АТ Заинская ГРЭС», МВт



без СМЗУ

с применением СМЗУ

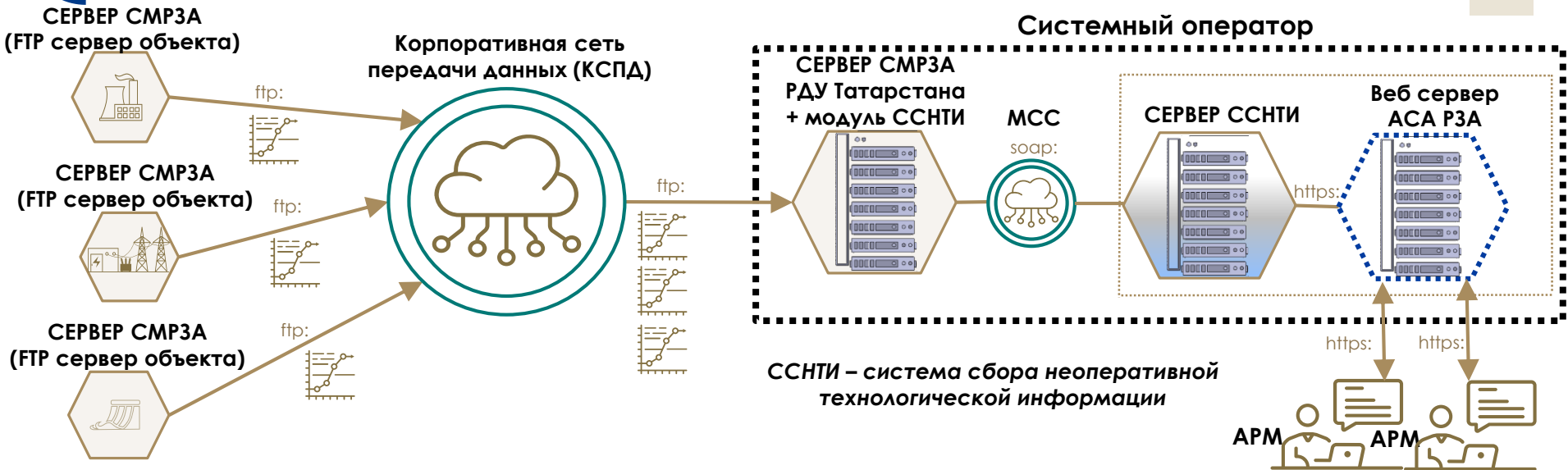


Эффекты от внедрения СМЗУ:

- дополнительные возможности по использованию пропускной способности электрической сети;
- оптимизация загрузки наиболее эффективных генерирующих мощностей.



СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА УСТРОЙСТВ РЗА (СМРЗА) И АНАЛИЗА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ РЗА (АСА РЗА)



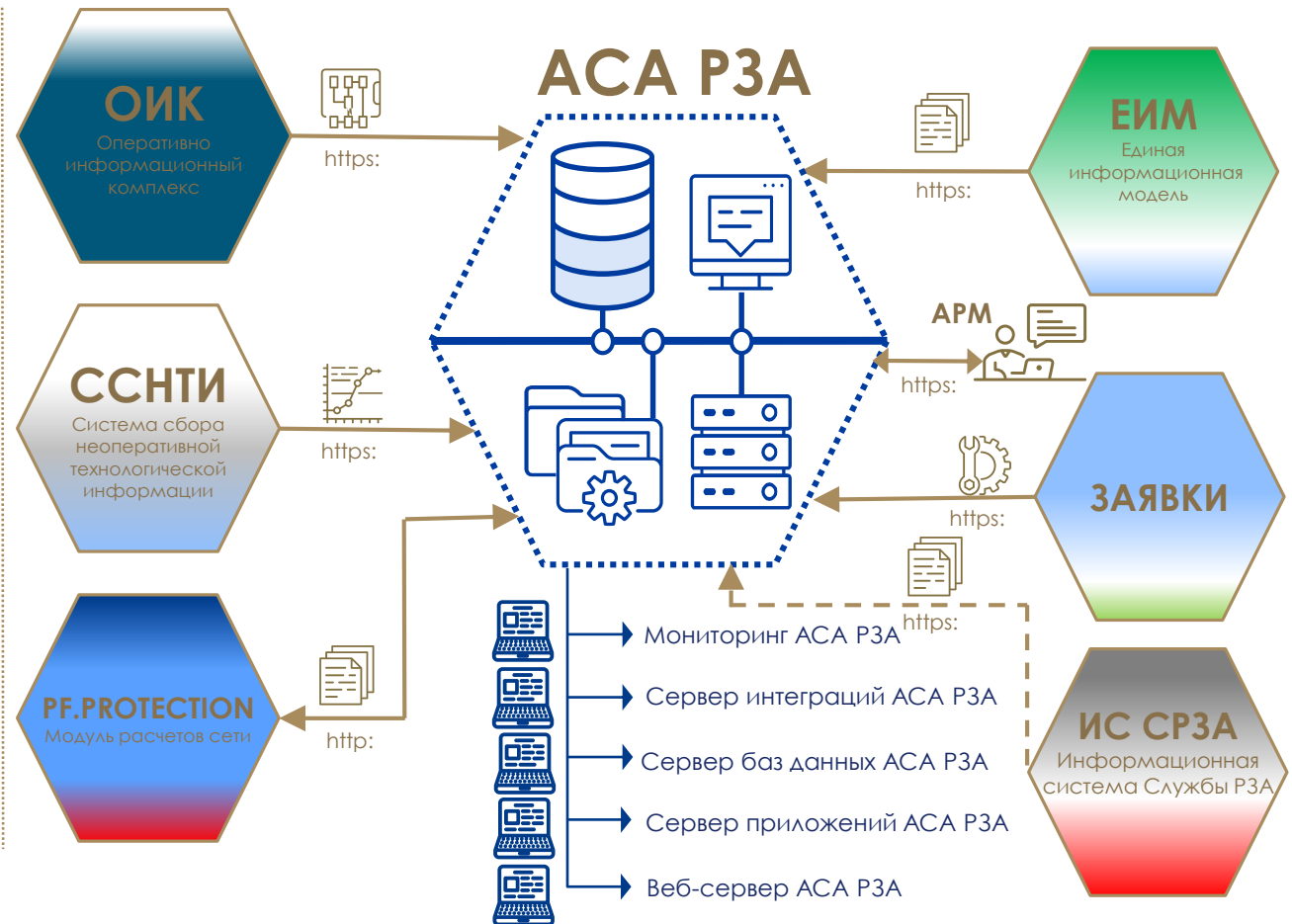
АСА РЗА предназначена для решения следующих задач:

- идентификация аварийных событий и определение места повреждения;
- оперативное выявление фактов неправильной работы устройств РЗА;
- формирование отчетной информации обо всех случаях правильной и неправильной работы устройств РЗА;
- проверка точности математической модели методом сравнения электрических величин «модель-авария».





АРХИТЕКТУРА АСА РЗА



Передача:
➤ Телеинформация (ТС и АПТС)

Передача:
➤ осциллограммы
➤ файлы конфигурации РЗА

Приём:
➤ задания на моделирование
➤ файлы схем БММС

Передача:
➤ результаты моделирования

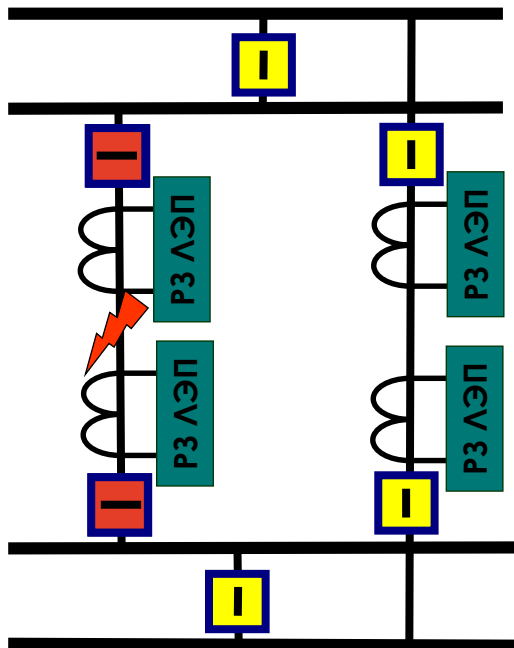
Передача:
➤ модель CIM

Передача:
➤ заявки на вывод и ремонт

Передача:
➤ файлы конфигурации РЗА (эталон)



I ЭТАП



**ИДЕНТИФИКАЦИЯ
ВОЗНИКНОВЕНИЯ
АВАРИЙНОГО СОБЫТИЯ**



**ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ
АНАЛИЗ СХЕМНОЙ
КОНФИГУРАЦИИ СЕТИ**



**АВТОМАТИЧЕСКИЙ СБОР
ИНФОРМАЦИИ**



**УТОЧНЕНИЕ
ПОВРЕЖДЕННОГО
ЭЛЕМЕНТА СЕТИ И ОМП**



- достоверное изменение значения обобщенного ТС состояния ЛЭП или оборудования при отсутствии на момент изменения диспетчерской заявки на рассматриваемые ЛЭП или оборудование в статусе «Разрешенная» или «Открытая»;
- получение в ПАК «ССНТИ» данных о новых осциллограммах аварийных событий с МП устройств РЗА и/или автономных РАС

- определение рассматриваемого участка сети;
- формирование списка подлежащих анализу устройств РЗА (в которых реализованы функции РЗ, СА) в пределах рассматриваемого участка сети

- сбор файлов осциллограмм аварийных событий МП устройств РЗА и автономных РАС;
- сбор обобщенных ТС состояния ЛЭП и оборудования, АПТС срабатывания и неисправности от подлежащих анализу устройств РЗА;
- проверка наличия на момент отключения диспетчерских заявок в статусе «Разрешенная» или «Открытая» для подлежащих анализу устройств РЗА

- уточнение поврежденного элемента электрической сети и поврежденных фаз с использованием данных измерений аналоговых сигналов, сигналов срабатывания функций РЗ;
- при выявлении повреждения ЛЭП – программное ОМП методом двустороннего замера или методом одностороннего замера

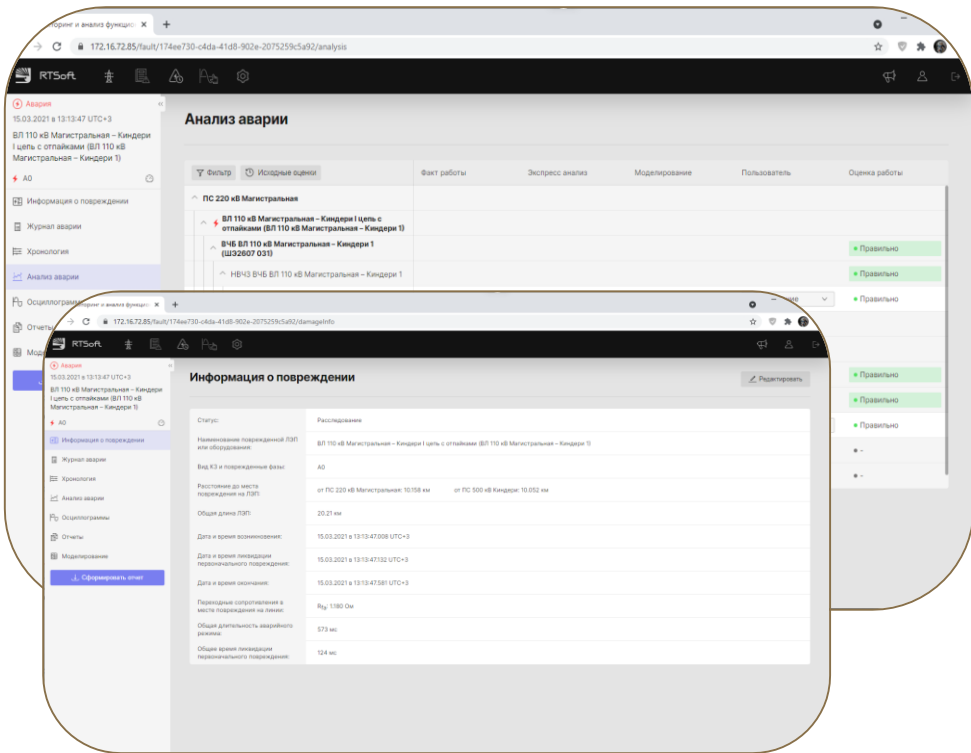


II ЭТАП



ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРАВИЛЬНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ФУНКЦИЙ РЗ, СА

- сравнение зафиксированных сигналов (отсутствия сигналов) пуска и срабатывания функций РЗ, СА с предъявляемыми требованиями на срабатывание или пуска функций РЗ, СА относительно выявленного места повреждения;
- определение успешности АПВ (однофазного и трёхфазного) после аварийного отключения;
- формирование отчета по повреждению с указанием поврежденного элемента, вида КЗ и поврежденной фазы, расстояния до места повреждения на ЛЭП, даты и времени начала повреждения, общей длительности аварийного события и оценки работы функций РЗ, СА

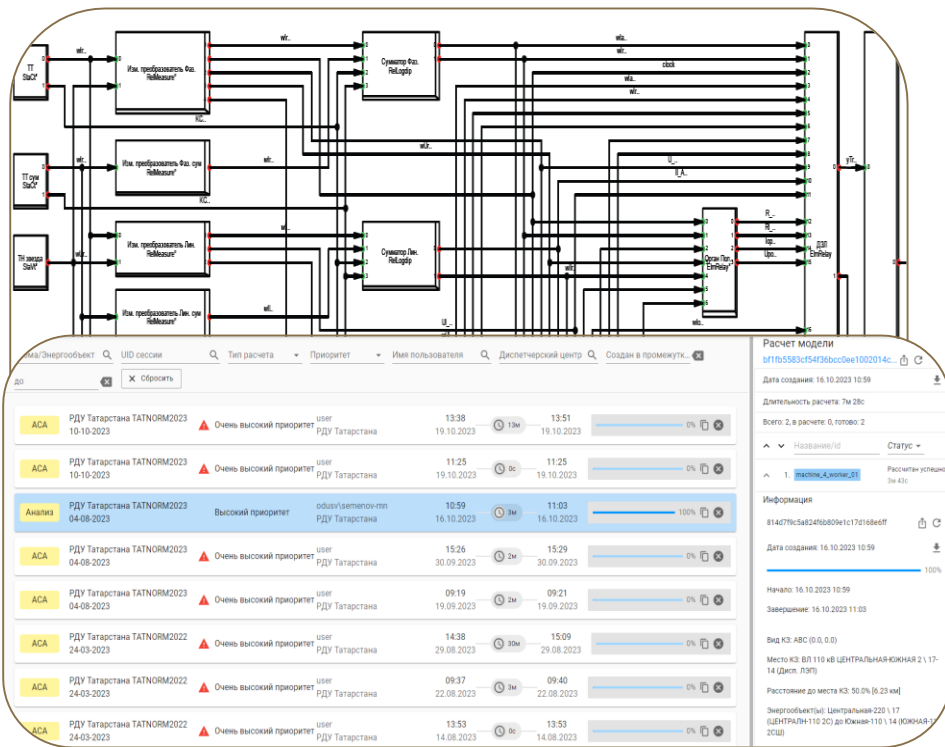


Фактическое действие	Требование к действию	Оценка работы
Пуск	Пуск	Правильно
Пуск	Срабатывание	Отказ
Пуск	Нет действия	Излишне (Ложно)
Срабатывание	Пуск	Излишне
Срабатывание	Срабатывание	Правильно
Срабатывание	Нет действия	Излишне (Ложно)
Нет действия	Пуск	Отказ
Нет действия	Срабатывание	Отказ
Нет действия	Нет действия	Правильно
-	любое	-
любое	-	-



III ЭТАП

ДЕТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ РЗА С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ И ЛОГИКИ РАБОТЫ КОНКРЕТНЫХ УСТРОЙСТВ РЗА



- ▶ автоматическая передача запроса на моделирование аварийного события в Protection Cloud с подключением модуля расчетов PF.Protection;
- ▶ приведение топологии расчетной модели PF.Protection в соответствие с состоянием электрической сети на момент аварийного события, определенным по данным ОИК;
- ▶ моделирование аварии в PF.Protection с учетом математических моделей устройств РЗА;
- ▶ передача в АСА РЗА результатов моделирования аварии в PF.Protection;
- ▶ формирование отчета по сравнению аварийных величин, полученных из файлов осциллограмм, с соответствующими расчетными аварийными величинами, полученными по результатам моделирования, и контроль допустимого расхождения;
- ▶ оценка правильности функционирования каждой функции РЗ, СА путем сравнения фактического действия (пуска, срабатывания) или отсутствия пуска с результатами работы математических моделей устройств РЗА



СУБЪЕКТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ОПЕРАЦИОННОЙ ЗОНЫ РДУ ТАТАРСТАНА, АВТОМАТИЧЕСКИ ПЕРЕДАЮЩИЕ ДАННЫЕ РЕГИСТРАЦИИ АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ В АСА РЗА

14



3 ПС 500 кВ: ПС 500 кВ Киндери, ПС 500 кВ Щёлоков, ПС 500 кВ Бугульма;
32 ПС 110-220 кВ



5 электростанций: Заинская ГРЭС, Нижнекамская ГЭС,
Набережночелнинская ТЭЦ, Казанская ТЭЦ-1, Казанская ТЭЦ-2



2 электростанции: Казанская ТЭЦ-3, Нижнекамская ТЭЦ-1



ООО «Нижнекамская ТЭЦ»



Нижнекамская ТЭЦ-2



Энергостанция ПАО «Нижнекамскнефтехим»



НИЖНЕКАМСКНЕФТЕХИМ



Лемаевская ПГУ



Эффекты от внедрения АСА РЗА:

- сокращение сроков выполнения анализа функционирования устройств РЗА;
- выявление неправильной настройки и неисправностей устройств РЗА;
- автоматическое формирование отчетов по функционированию РЗА.



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR
ФИЛИАЛ АО «СО ЕЭС» РДУ ТАТАРСТАНА

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

www.so-ups.ru
Официальный
сайт



https://t.me/so_ups_official
Официальный
телеграмм-канал



Иванов Игорь Юрьевич
Главный специалист Службы релейной защиты и автоматики
Филиала АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана