



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR



Развитие ЦС АРЧМ для управления электроэнергетическим режимом работы энергосистемы Мурманской области

главный специалист Службы электрических режимов
Филиала АО «СО ЕЭС» Кольское РДУ
Святов Антон Андреевич



Содержание

- Опыт внедрения ЦС АРЧМ в Кольском РДУ;
- Особенности работы энергосистемы Мурманской области;
- Актуальные задачи развития ЦС АРЧМ энергосистемы Мурманской области;
- Решение задачи повышения эффективности использования гидро и ветро ресурсов;
- Решение задачи излишнего блокирования функции возврата ЦС АРЧМ;
- Задача внедрения динамических коэффициентов влияния для РЭС, подключенных к ЦС АРЧМ;
- Выводы.



ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЦС АРЧМ В КОЛЬСКОМ РДУ



Опыт внедрения ЦС АРЧМ в Кольском РДУ

2024 год:

Внедрение и ввод в опытно-промышленную эксплуатацию ЦС АРЧМ НП (Linux)



2020-2021 годы:

Внедрение АРЧМ PSI (Linux)



2020-2021 годы:

С активным участием персонала РДУ разработка ТЗ, ЧТЗ (алгоритмы и принципы работы) АРЧМ



До 2020 года:

Эксплуатация АРЧМ на базе ОИК СК-2007 (Windows)



ПРЕДЛОЖЕНИЯ КОЛЬСКОГО РДУ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЦС АРЧМ



Предложения Кольского РДУ по улучшению АРЧМ, реализованные в АРЧМ НП

Опыт внедрения и эксплуатации АРЧМ psi позволил доработать алгоритмы АРЧМ НП в следующем объеме:

- ✓ Для функции регулирования предусмотрен алгоритм, исключающий формирование разнонаправленных инициатив;
- ✓ Для функции АОП (АОТП) в заблокированном режиме реализовано косвенное ограничение перетока (тока);
- ✓ Сформирован алгоритм двухстороннего АОП (ограничения в диапазоне с постоянно активными верхней и нижней уставками).



ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ



Особенности работы энергосистемы Мурманской области

- ✓✓ Наличие территориально разнесенных источников генерации.
 - генерация в северной части энергосистемы представлена ГЭС и ВЭС, режим работы которых зависит от уровней воды в водохранилищах и скорости ветры;
 - генерация в южной части энергосистемы представлена Кольской АЭС и ГЭС;
- ✓✓ – Наличие ограничений в выдаче мощности электростанций в зависимости от топологии электрической сети;
- ✓✓ Наличие реверсивных сечений (в зимний период плановая нагрузка ГЭС минимальная, перетоки направлены с юга на север, в период паводка нагрузка ГЭС максимальная, перетоки направлены – с севера на юг);
- ✓✓ Энергосистема всегда является избыточной, время работы с перетоками во внешнем сечении Кола-Карелия от 75% до 100% МДП составляет 92,9%, перетоки свыше 90% МДП - 53,3%.

В перспективе планируется подключение крупного потребителя электрической энергии, мероприятия по подключению которого рассчитаны с учетом загрузки ГЭС до располагаемой мощности.



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ ЦС АРЧМ ЭС МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

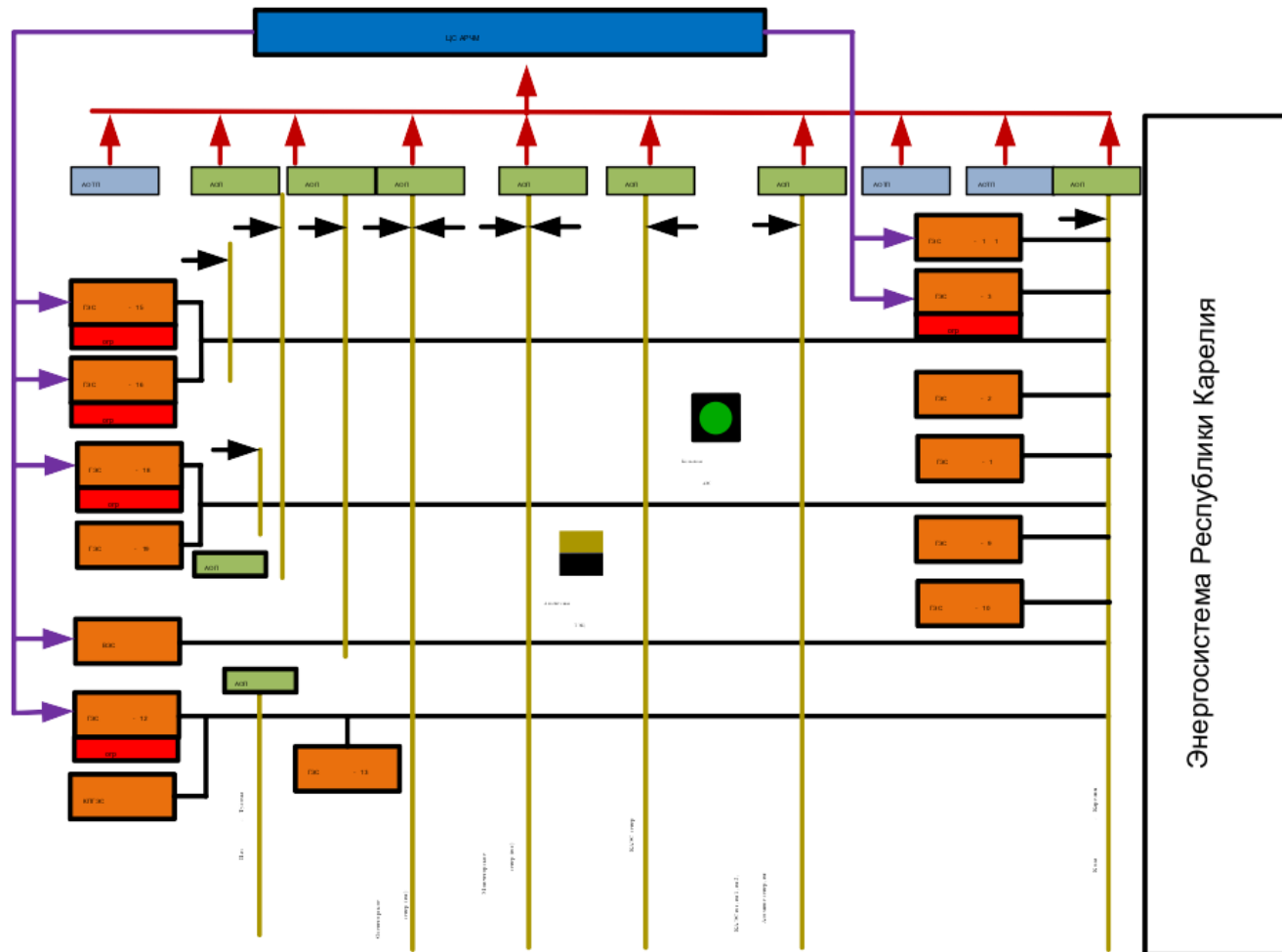
Актуальные задачи развития ЦС АРЧМ ЭС Мурманской области

- ✓✓ Задача повышения эффективности использования гидро и ветро ресурсов при планировании и управлении режимом работы энергосистемы Мурманской области;
- ✓✓ Задача внедрения в функции АО(Т)П динамических коэффициентов влияния для РЭС, подключенных к ЦС АРЧМ;
- ✓✓ Задача исключения излишнего блокирования функции возврата ЦС АРЧМ;
- ✓✓ Ввод новых функций АОП и АОТП для автоматизированного управления режимом работы энергосистемы.



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

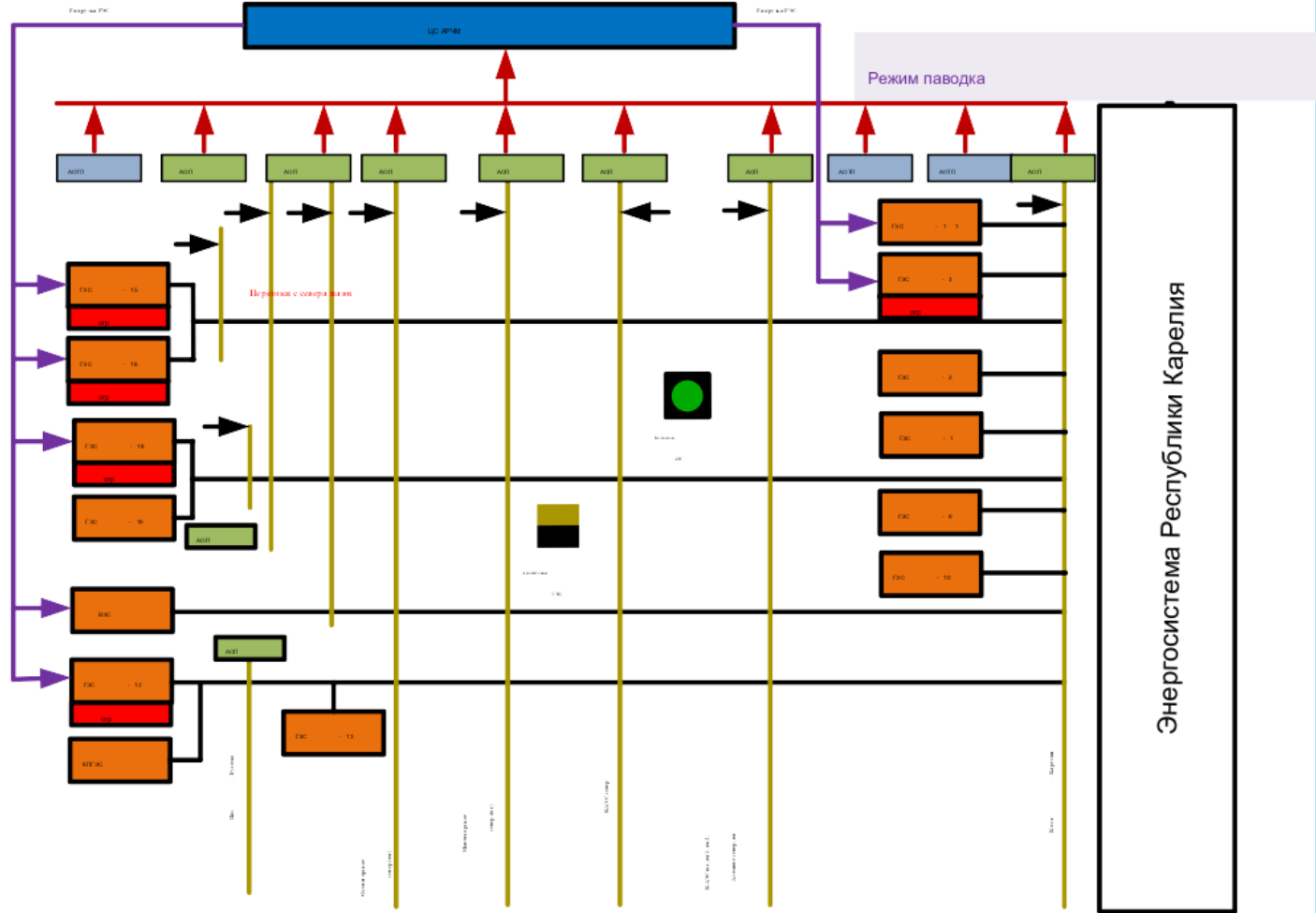
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕТОКАМИ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦС АРЧМ





СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

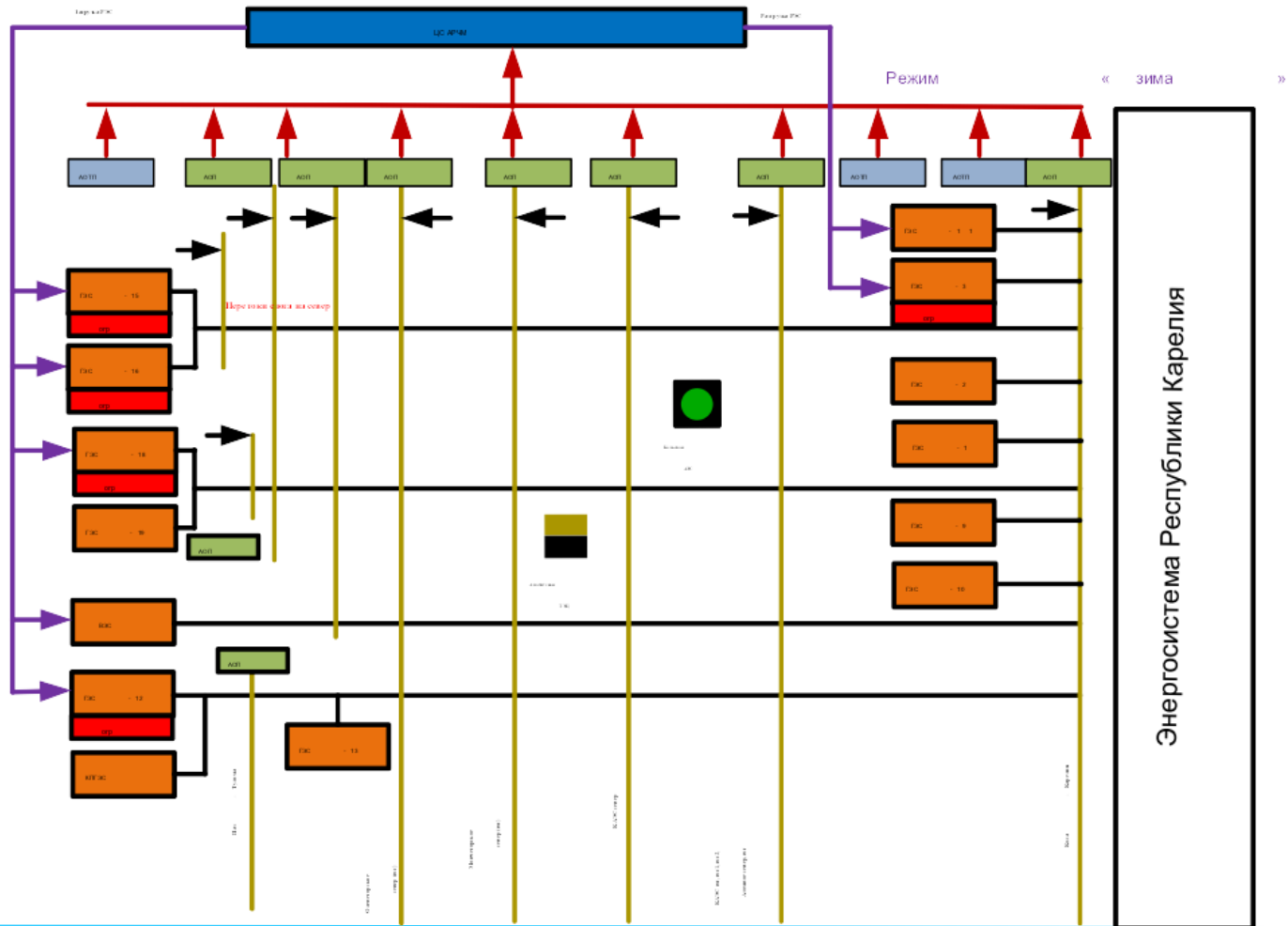
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕТОКАМИ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦС АРЧМ





СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

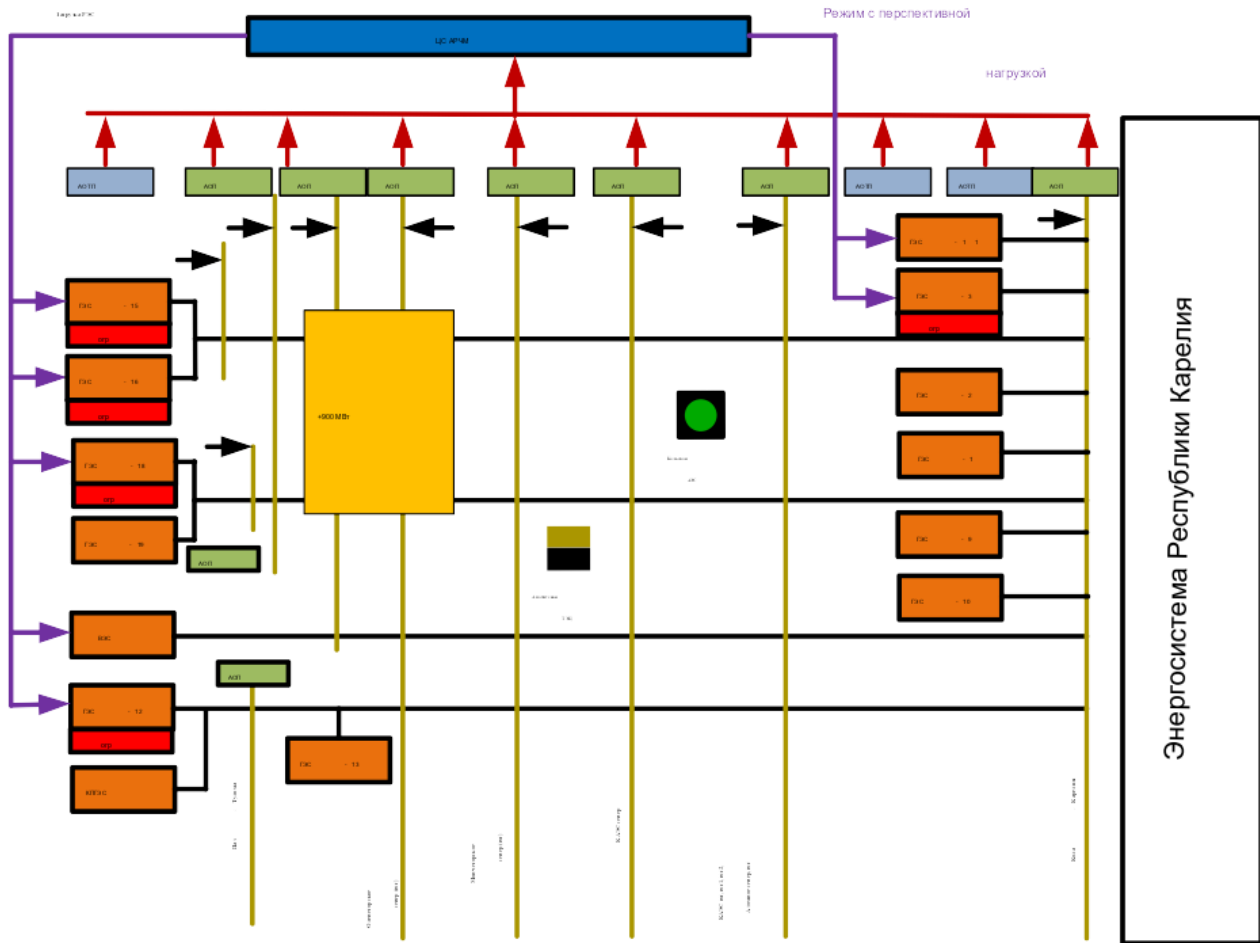
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕТОКАМИ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦС АРЧМ





СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕТОКАМИ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦС АРЧМ

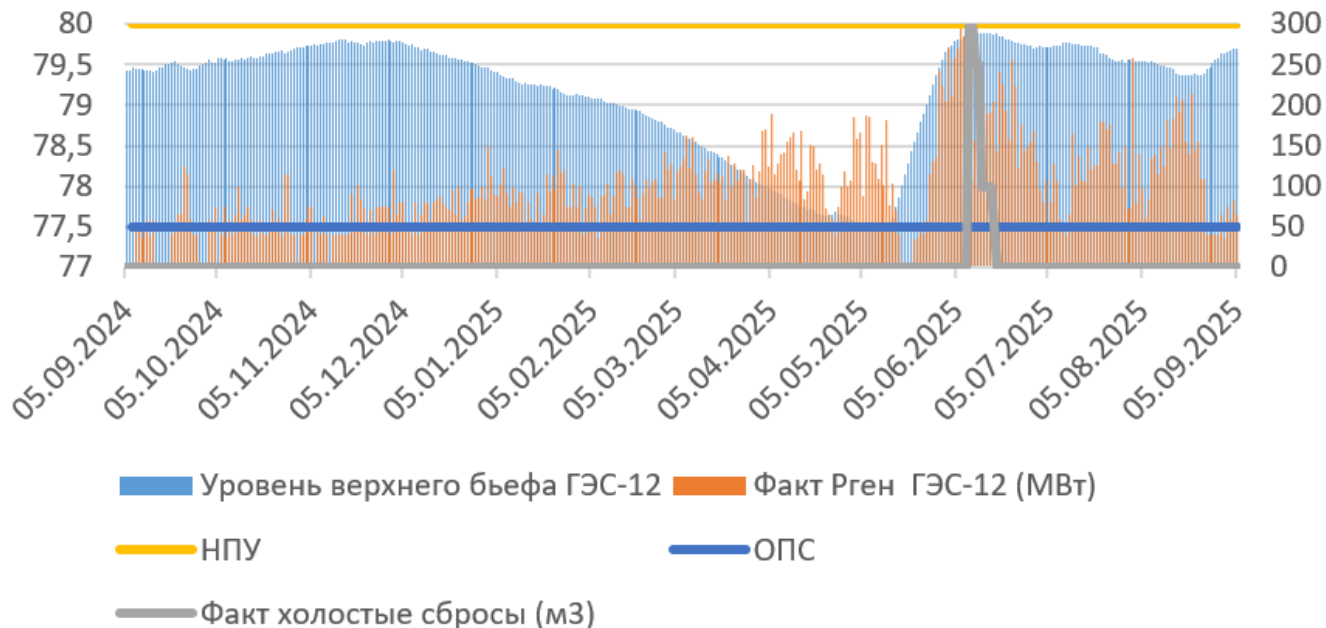




АНАЛИЗ РЕЖИМА РАБОТЫ ВЕРХНЕ-ТУЛОМСКОЙ ГЭС-12



Верхне-Тулумская ГЭС-12





ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА РАЗГРУЗКИ ГЭС И ВЭС ОТ ЦС АРЧМ

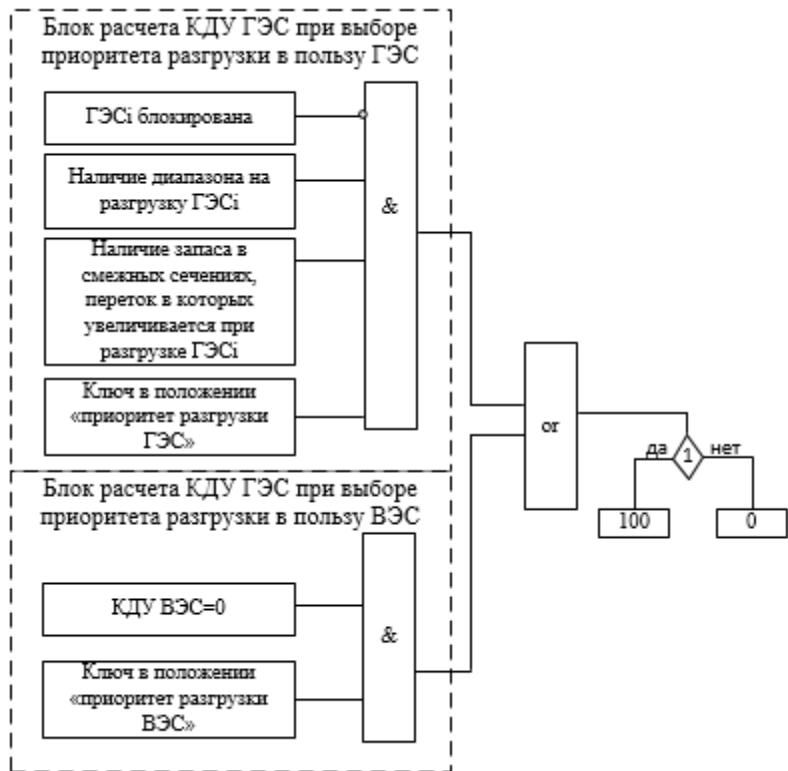
Изменение режима разгрузки ГЭС и ВЭС от ЦС АРЧМ

- **вариант 1** — ВИЭ разгружаются до планового диспетчерского графика первыми, дальнейшая разгрузка осуществляется совместно с регулируемыми объектами других типов;
- **вариант 2** — ВИЭ разгружаются до планового диспетчерского графика первыми, а дальнейшая разгрузка ВИЭ осуществляется по КДУ, **только если нет возможности разгрузки регулирующих объектов других типов.**

	Вариант 1	Вариант 2
+	– Облегченный режим прохождения паводка с меньшей разгрузкой ГЭС	– Экономия воды в водохранилищах в засушливые годы – Эффективное использование энергии ветра
-	– Неэффективное использование энергии ветра	– Излишняя разгрузка ГЭС в период паводка



БЛОК-СХЕМА РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКОГО КДУ ГЭС





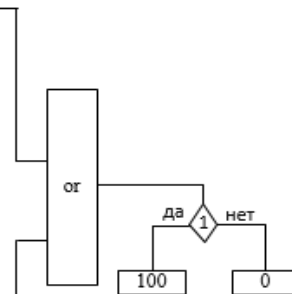
БЛОК-СХЕМА РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКОГО КДУ ВЭС



Блок расчета КДУ ВЭС при выборе приоритета разгрузки в пользу ВЭС

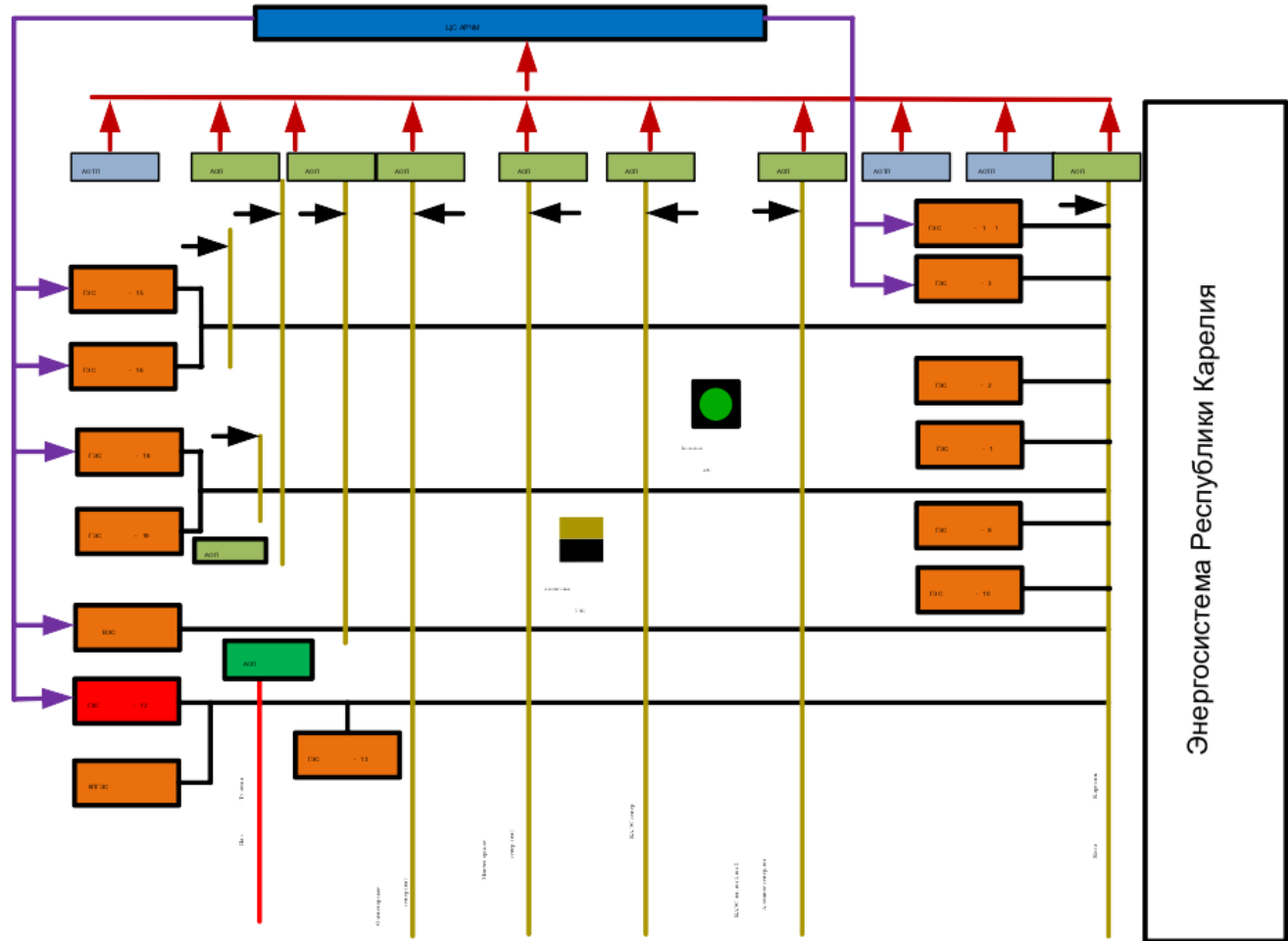


Блок расчета КДУ ВЭС при выборе приоритета разгрузки в пользу ГЭС





РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИЗЛИШНЕГО БЛОКИРОВАНИЯ ФУНКЦИИ ВОЗВРАТА В ЦС АРЧМ



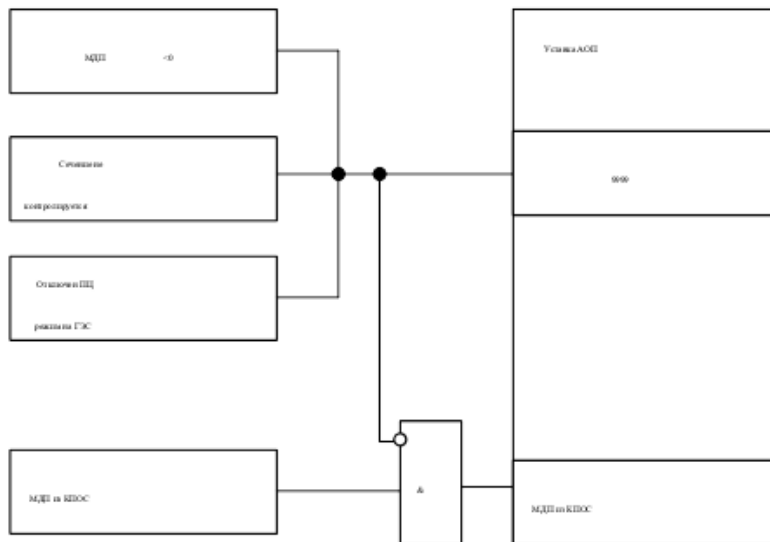
Энергосистема Республики Карелия



АЛГОРИТМ, ИСКЛЮЧАЮЩИЙ ИЗЛИШНЮЮ БЛОКИРОВКУ ФУНКЦИИ ВОЗВРАТА В ЦС АРЧМ



Разработанный алгоритм, исключающий излишнюю блокировку функции возврата в ЦС АРЧМ



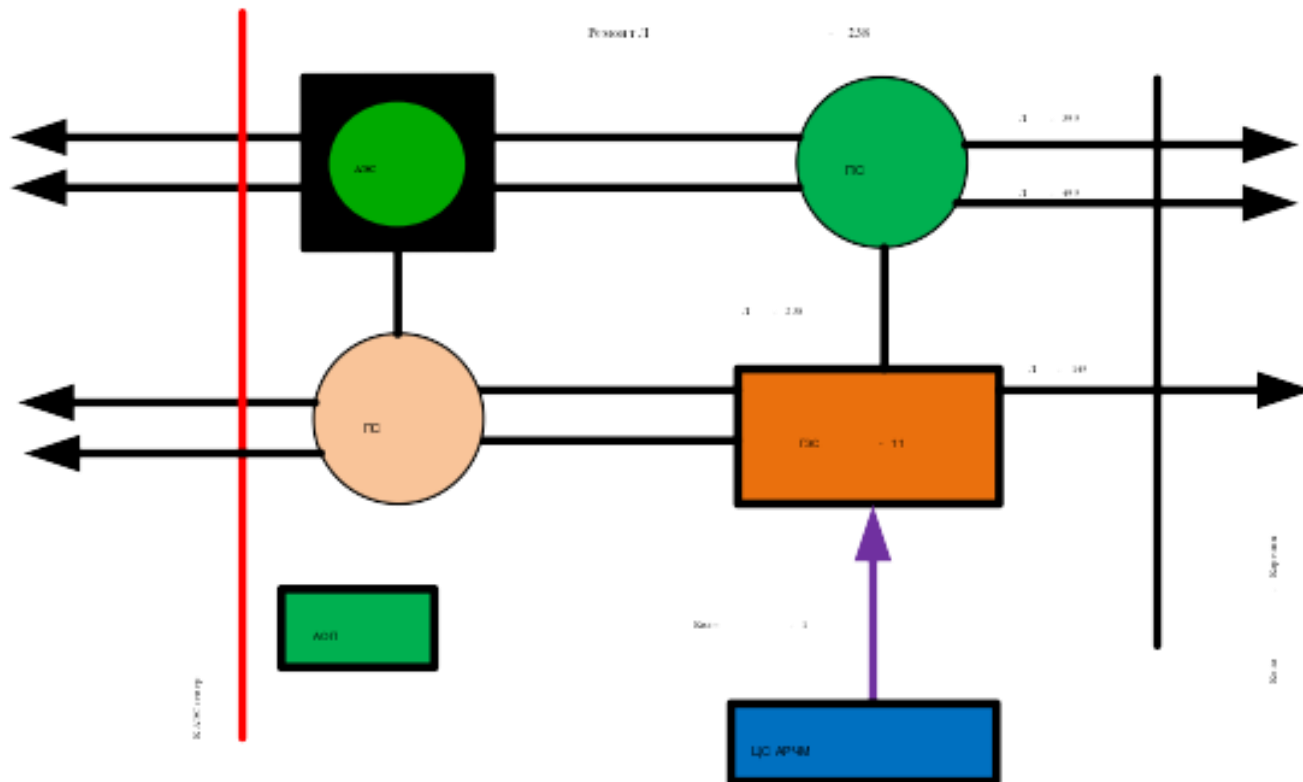


СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

ВНЕДРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФИЦИЕНТОВ ВЛИЯНИЯ ДЛЯ РЭС



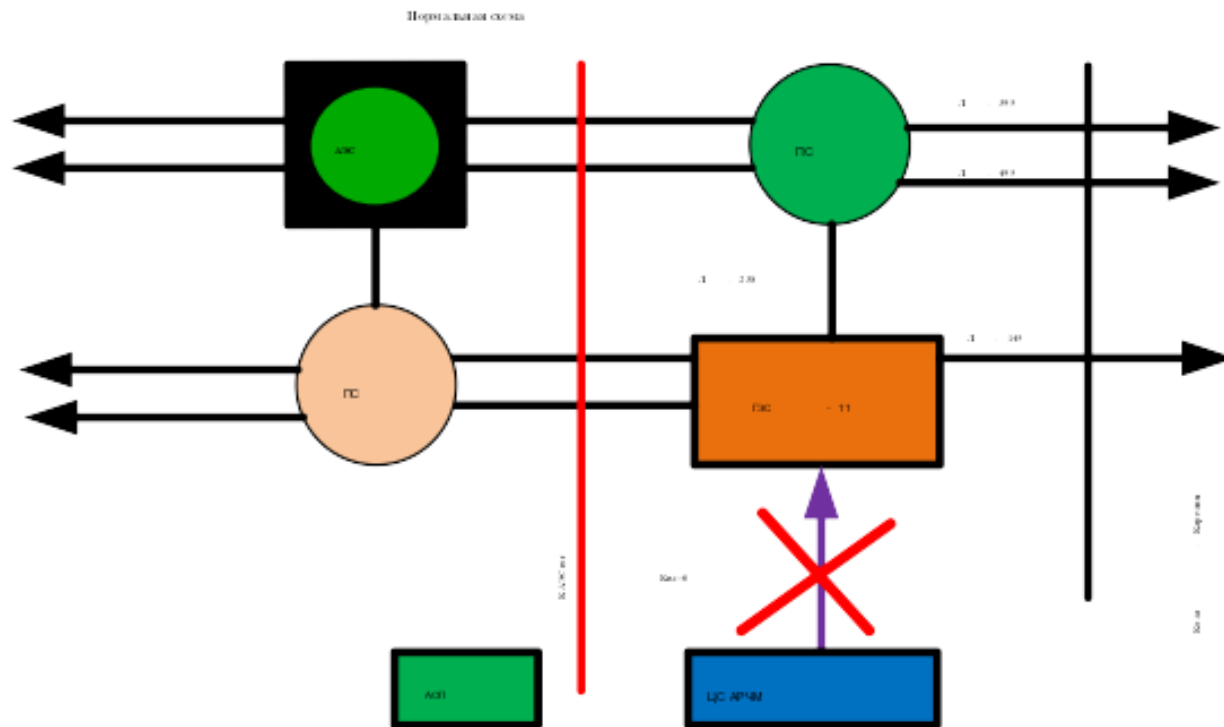
Внедрение динамических коэффициентов влияния для Князегубской ГЭС-11, Нива ГЭС-3 контролируемого сечения КАЭС север



ВНЕДРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФИЦИЕНТОВ ВЛИЯНИЯ ДЛЯ РЭС



Внедрение динамических коэффициентов влияния для Князегубской ГЭС-11, Нива ГЭС-3 контролируемого сечения КАЭС юг



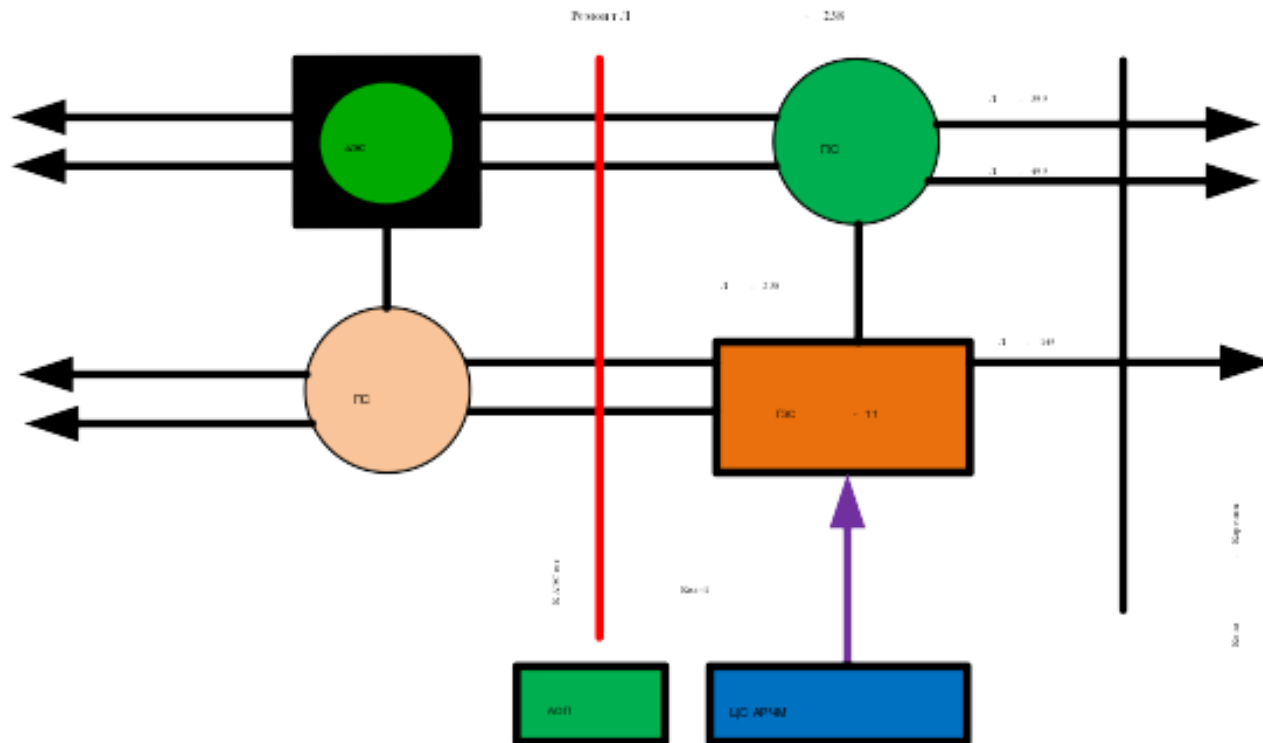


СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

ВНЕДРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФИЦИЕНТОВ ВЛИЯНИЯ ДЛЯ РЭС



Внедрение динамических коэффициентов влияния для Князегубской ГЭС-11, Нива ГЭС-3 контролируемого сечения КАЭС юг

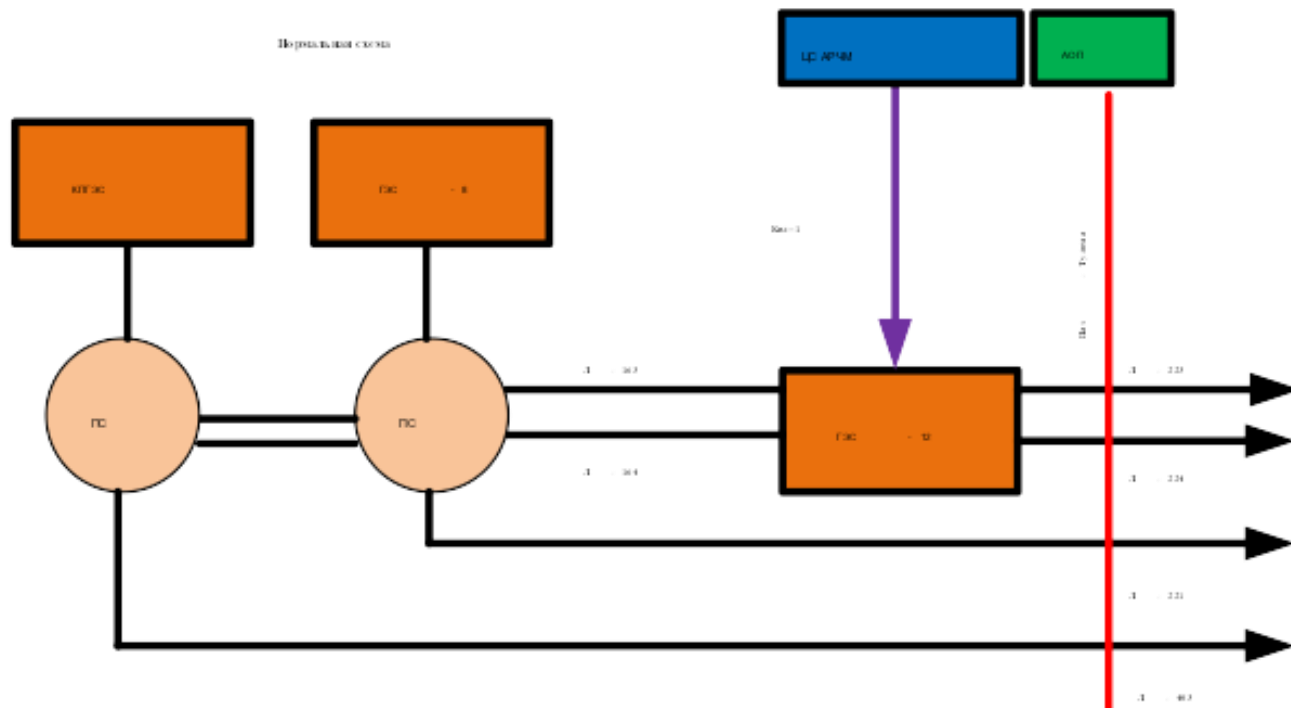




ВНЕДРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФИЦИЕНТОВ ВЛИЯНИЯ ДЛЯ РЭС



Внедрение динамических коэффициентов влияния для Верхне-Туломской ГЭС-12 контролируемого сечения Паз-Тулома

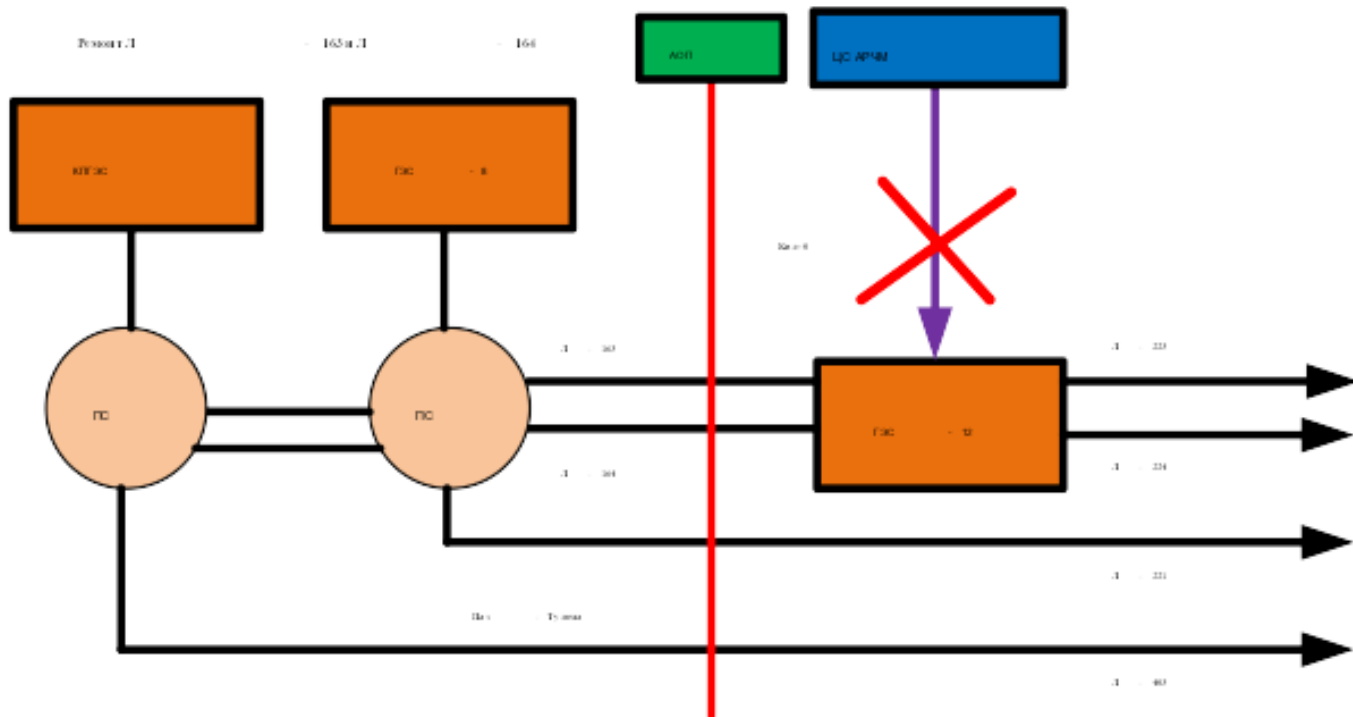




ВНЕДРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЛИЯНИЯ ДЛЯ РЭС



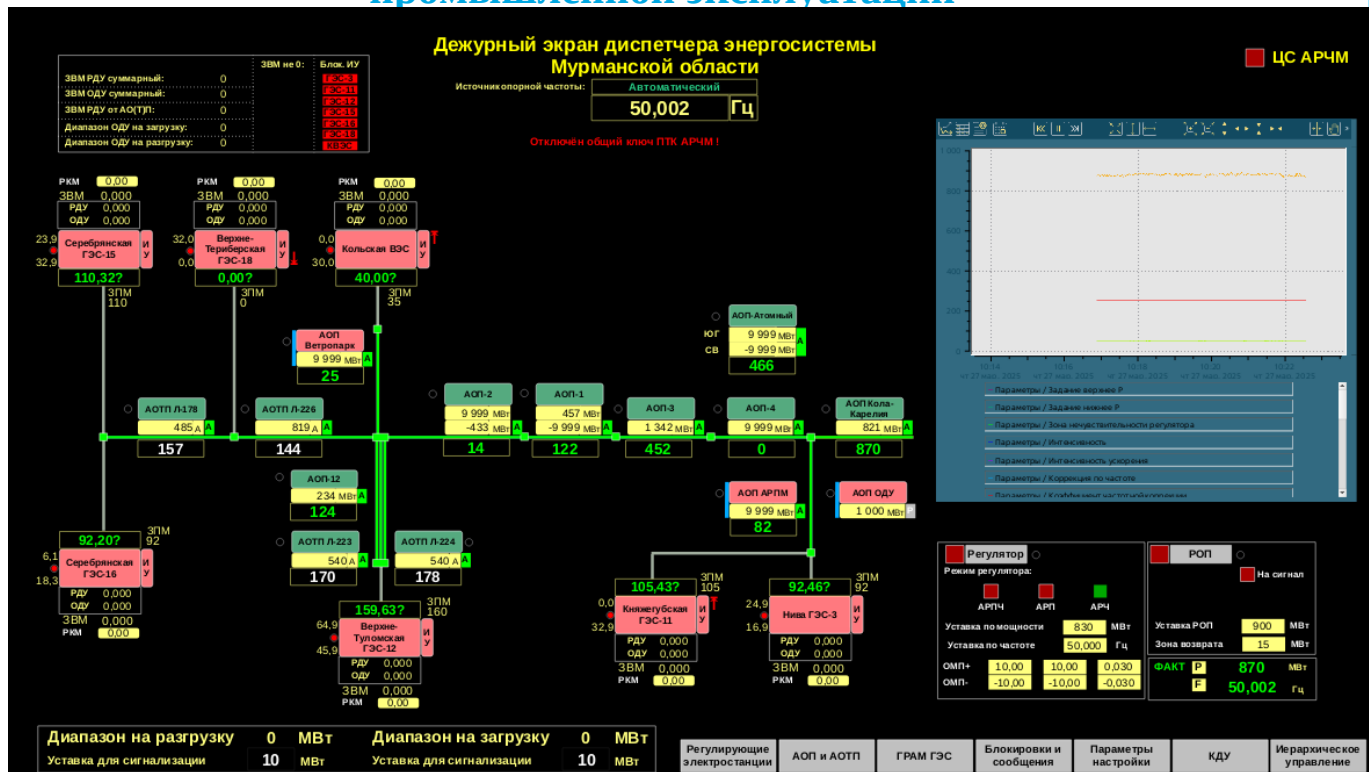
Внедрение динамических коэффициентов влияния для Верхне-Туломской ГЭС-12 контролируемого сечения Паз-Тулома



ВНЕДРЕНИЕ ЦС АРЧМ НП В ОПЕРАЦИОННОЙ ЗОНЕ КОЛЬСКОГО РДУ

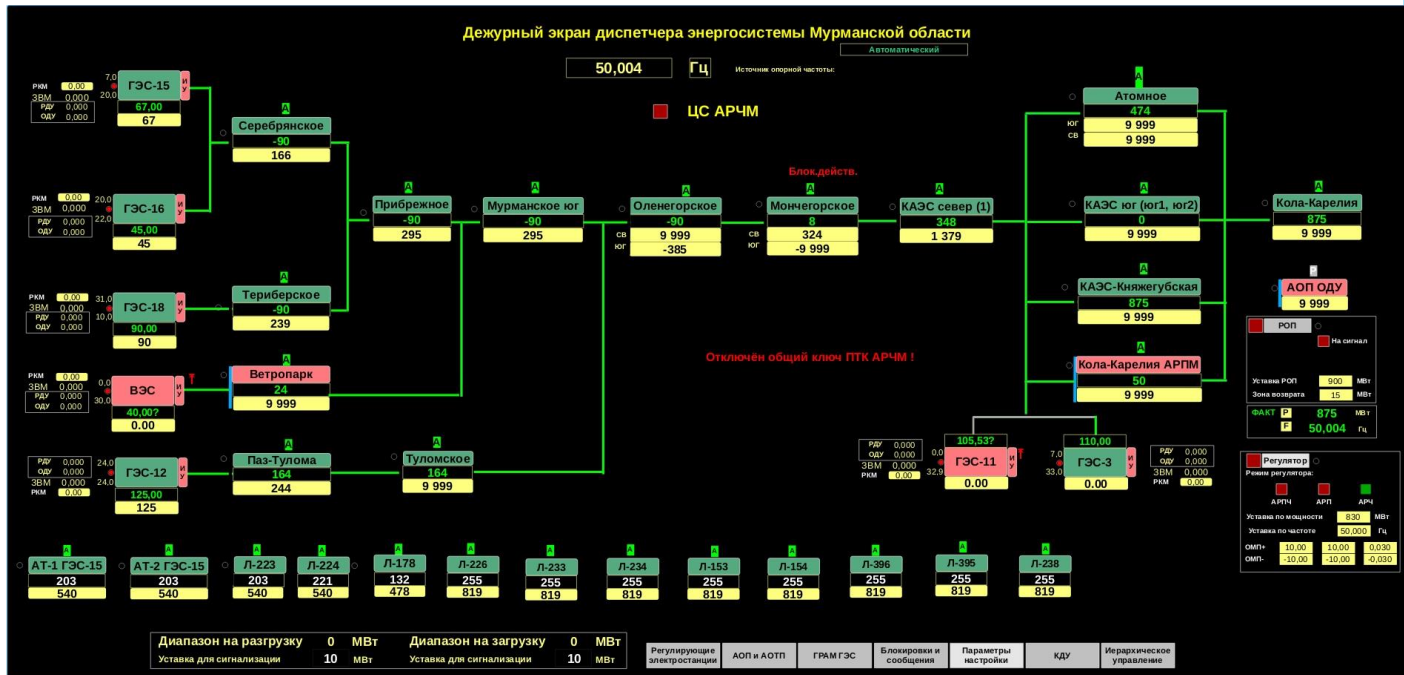


Обеспечение успешной работы АРЧМ НП в период опытно-промышленной эксплуатации



РАЗРАБОТКА НОВОГО ДЕЖУРНОГО ЭКРАНА ДИСПЕТЧЕРА В ЦС АРЧМ

Разработка перспективного дежурного экрана ЦС АРЧМ энергосистемы Мурманской области











ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВНЕДРЕНИЯ АРЧМ НП



Результаты

-  – В начале 2025 года в Кольском РДУ успешно введен в работу российский ЦС АРЧМ нового поколения, продолжается успешная опытно-промышленная эксплуатация;
-  – За 2025 год были успешно введены в эксплуатацию новые функции ЦС АРЧМ нового поколения в объеме 5 АОТП и 3 АОП, способствовавшие успешному прохождению ремонтной компании;
-  – В 2025 году предложено решение по оптимизации использования гидро и ветро ресурсов с использованием ЦС АРЧМ;
-  – В 2025 году для АОП, отвечающего за выдачу мощности Верхне-Тулумской ГЭС-12 и каскада Пазских ГЭС успешно решена задача излишнего блокирования функции возврата других РЭС в период паводка;
-  – В 2025 году в 5 функциях АО(Т)П введены динамические коэффициенты влияния РЭС;
-  – В 2025 году в ЦС АРЧМ НП разработан прототип нового дежурного экрана диспетчера.



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

[WWW.SO-UPS.RU](http://www.so-ups.ru)

Оперативная
информация
о работе ЕЭС России

главный специалист Службы электрических режимов
Филиала АО «СО ЕЭС» Кольское РДУ
Святов Антон Андреевич
+7(921)041-54-67