



Научно-технический центр
Единой энергетической системы

ОБЗОР АВАРИЙ В ЕДИНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ РОССИИ, ВЫЗВАННЫХ НЕКОРРЕКТНОЙ РАБОТОЙ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГИДРОТУРБИН

Герасимов Д.А., Гуриков О.В.
АО «НТЦ ЕЭС»

Москва, 2024

Докладчик:
Гуриков О.В.



Гидроэлектростанции являются важной составляющей ЕЭС России:

- 20% от всей установленной мощности в ЕЭС России.
- Очень высокий уровень автоматизации.
- Используются при первичном и вторичном регулировании частоты.
- Высокая маневренность при регулировании мощности и вторичном регулировании.

Особенности работы гидроагрегатов в энергосистеме:

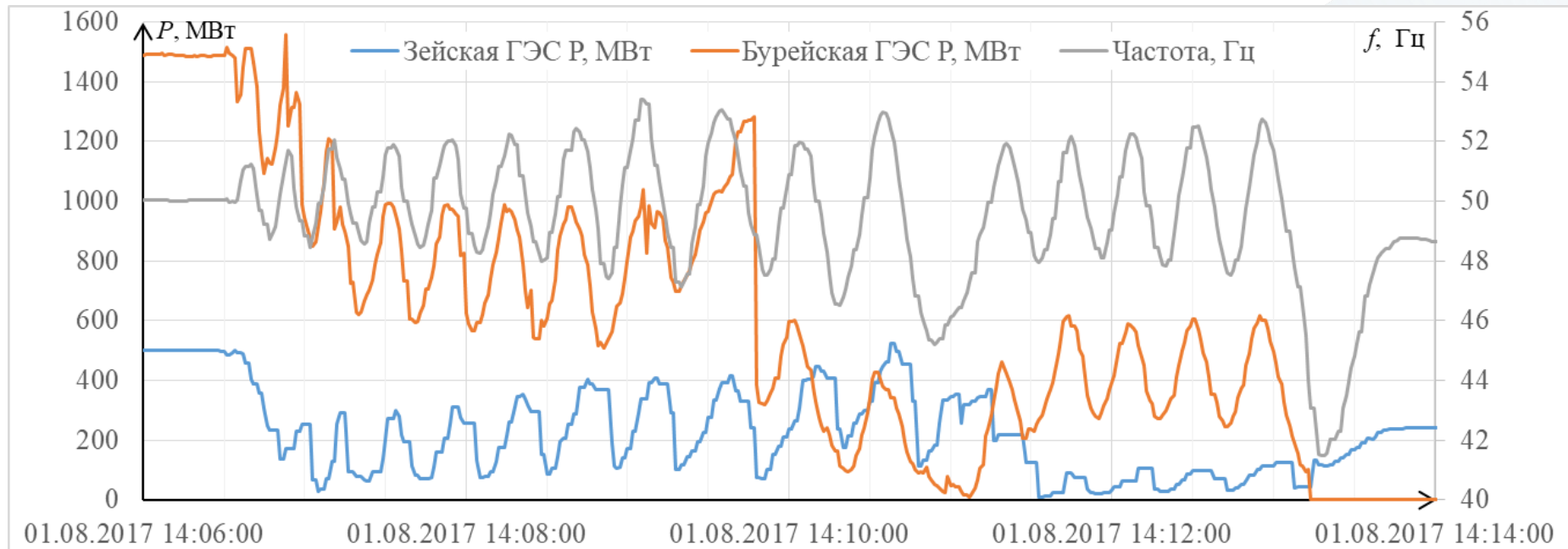
- Эффект гидроудара.
- Сравнительно низкая скорость первичного регулирования.
- Относительно высокая вероятность отделения ГА на работу в изолированном районе.
- Наличие режимов регулирования в ЭГР – «Мощность» и «Частота».



ОЭС Востока, 1 августа 2017 года

Технологическое нарушение 1 августа 2017 года в ОЭС Востока:

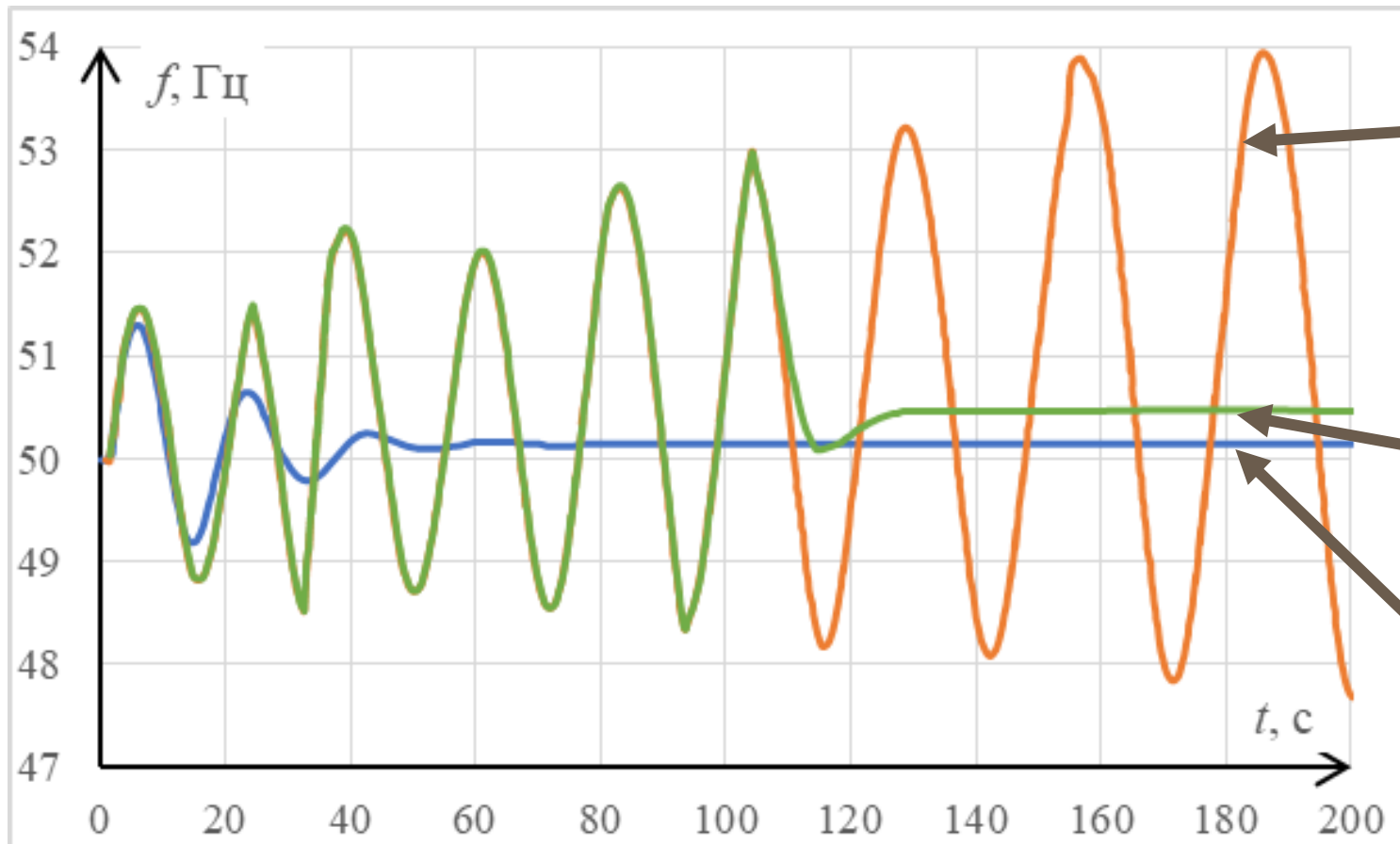
- Общий объём отключённой нагрузки составил 1200 МВт.
- Мощность Бурейской ГЭС снизилась с 1500 до 0 МВт, мощность Зейской ГЭС снизилась на 260 МВт.
- Колебания частоты в диапазоне 45-53 Гц со снижением до 42 Гц.





ОЭС Востока, 1 августа 2017 года

Перевод ЭГР ГА Бурейской ГЭС в режим «Частота» и(или) корректировка параметров настройки режима «Частота» ЭГР ГА Зейской ГЭС способствует затуханию колебаний.



Результаты моделирования с воспроизведением технологического нарушения 1 августа 2017 года в ОЭС Востока

ЭГР ГА Бурейской ГЭС автоматически переведены в режим «Частота» с уставкой 53 Гц

Скорректированные параметры настройки ЭГР ГА Зейской ГЭС



Выявленные недостатки:

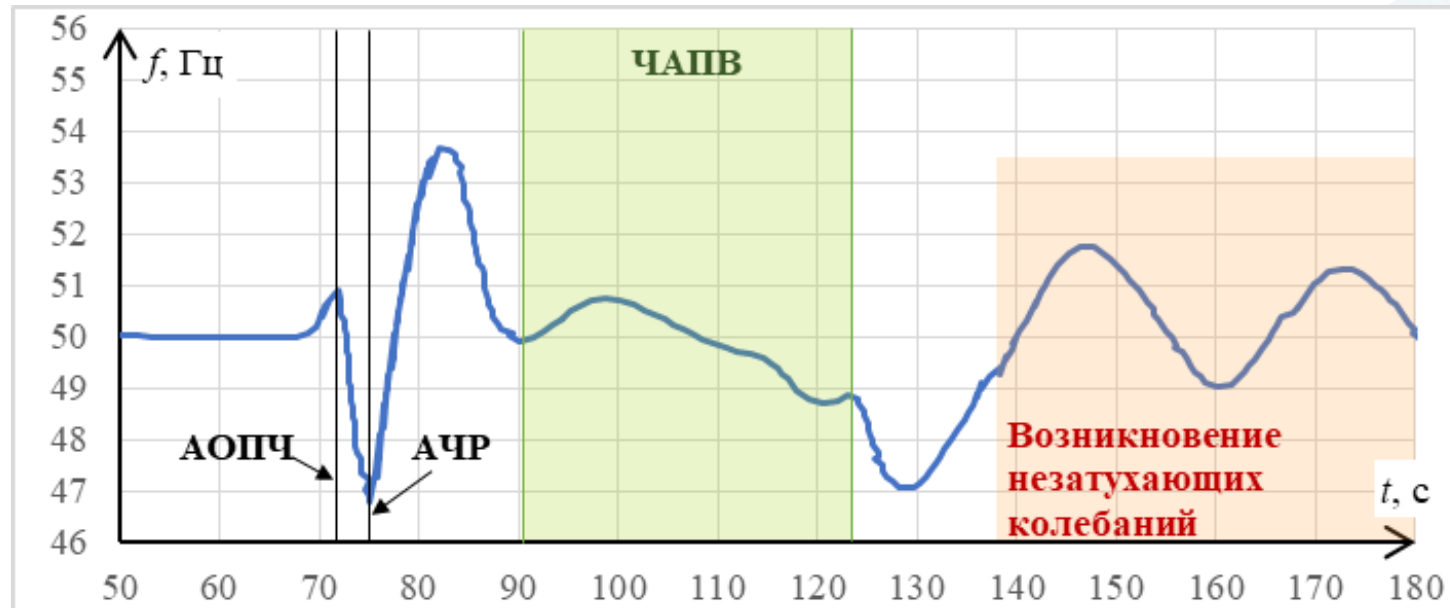
- неэффективные параметры настройки и алгоритмы режима «Частота» в ЭГР Зейской ГЭС;
- отсутствие перевода ЭГР Бурейской ГЭС в режим «Частота» при достижении уставки по причине технической ошибки в алгоритмах;
- неэффективные алгоритмы регулирования в ЭГР Бурейской ГЭС, приводящие к появлению условий срабатывания первой степени противоразгонной защиты.



Мурманская область, 29 октября 2018 года

Технологическое нарушение 29 октября 2018 года в энергосистеме Мурманской области:

- Колебания частоты в диапазоне 49,0-51,5 Гц с многократными кратковременными снижениями до 48 Гц.
- Примерно 14 часов изолированной работы с колебаниями.
- Нарушение электроснабжения из-за частого срабатывания АЧР и ЧАПВ.





Мурманская область, 29 октября 2018 года

Выполненные исследования:

- анализ в цифровой модели (2019–2020 гг.);
- испытания ЭГР ГА двух производителей на модели энергосистемы реального времени (2020 г., 2021 г., 2022 г.);
- натурные испытания ЭГР ГА двух производителей (2020 г., 2022 г.).

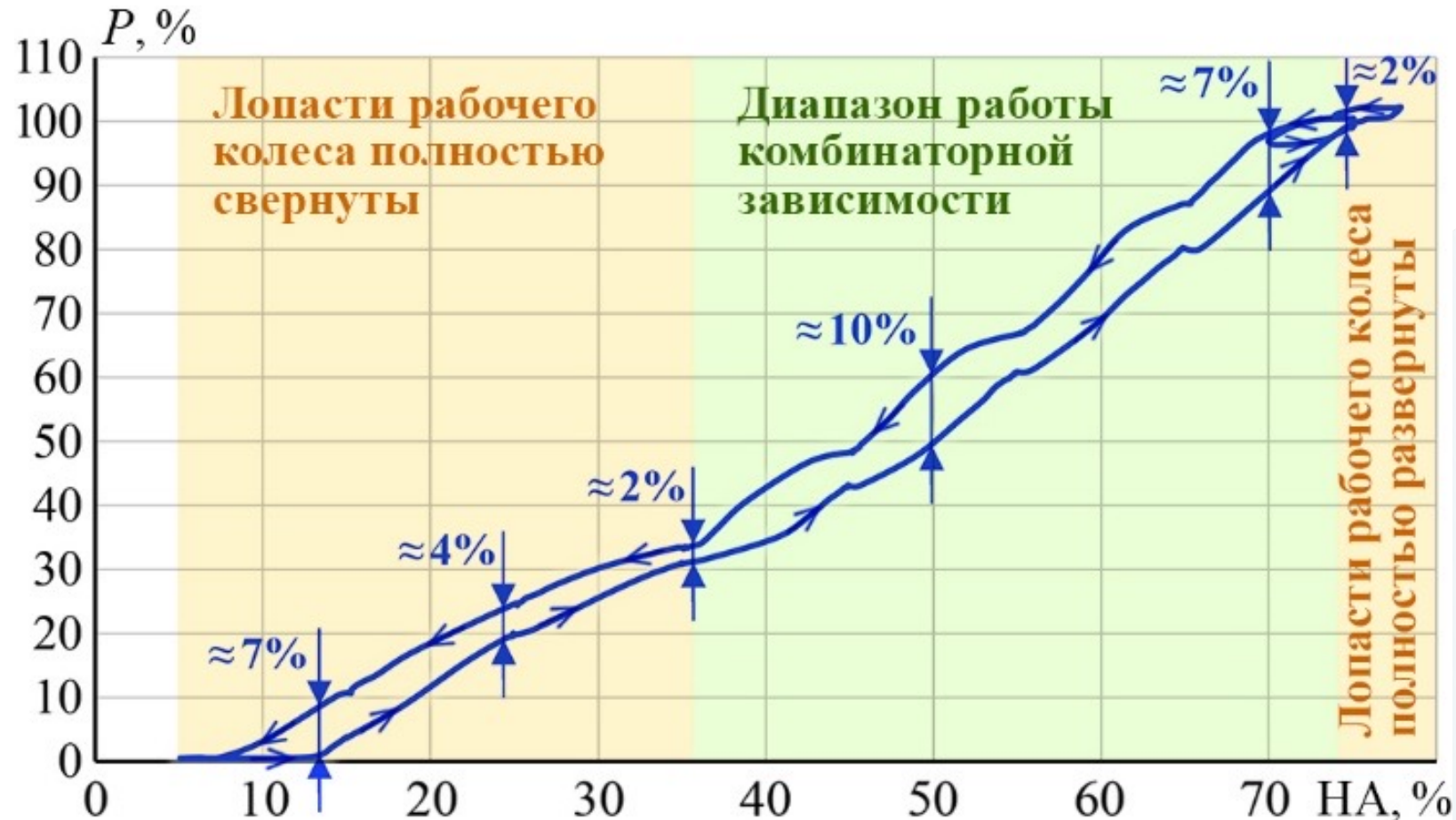
Выявленные недостатки:

- Неэффективность применяемых алгоритмов ЭГР в режимах «Мощность» и «Частота».
- Неэффективность алгоритмов автоматического перевода в режим «Частота».
- Неэффективность методов выбора параметров настройки ЭГР.
- Аномально высокая нечувствительность с системе регулирования ГА Серебрянских ГЭС.



Мурманская область, 29 октября 2018 года

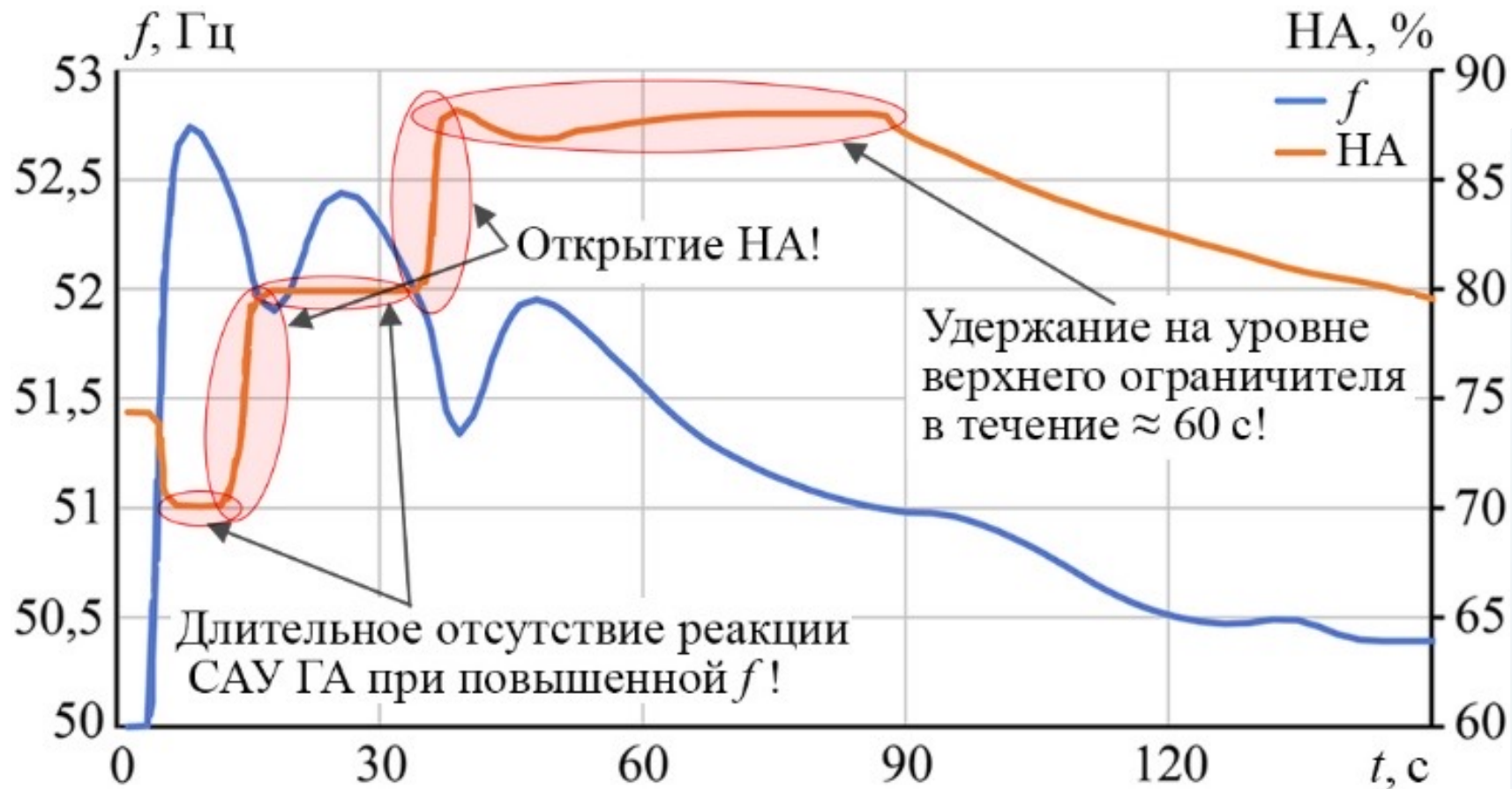
Натурный эксперимент по определению нечувствительности системы регулирования одного из ГА Серебрянский ГЭС:





Мурманская область, 29 октября 2018 года

Опыт на модели реального времени с подключением к ней макетов ЭГР двух производителей, отделение на изолированную работу:

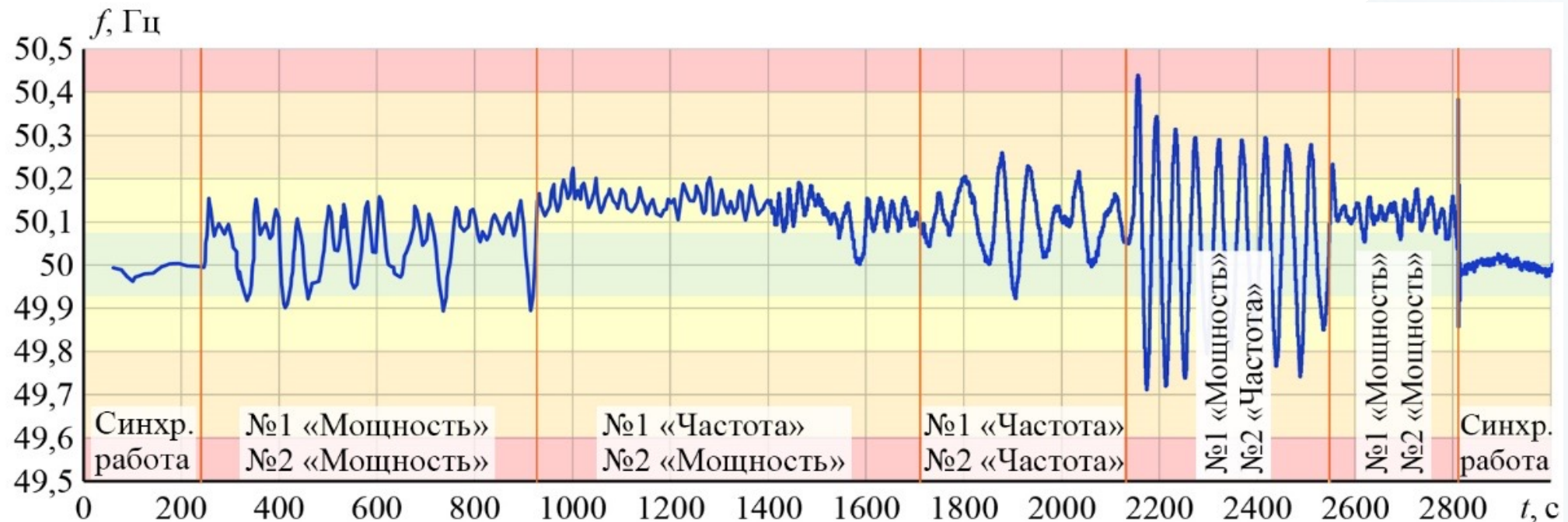




Мурманская область, 29 октября 2018 года

Натурные испытания после всех коррекций алгоритмов прошли успешно. Была выявлена возможность изолированной работы Серебрянских ГЭС с устойчивым регулированием частоты при работе ЭГР обоих производителей в режиме «Частота».

Работа ЭГР в режиме «Мощность» возможна, но не рекомендуется.





В подавляющем большинстве технологических нарушений причиной некорректной работы ЭГР являлись:

- несовершенство алгоритмов регулирования;
- отсутствие четких требований к работе ЭГР при разделении энергосистемы;
- отсутствие эффективной методики выбора параметров настройки ЭГР;
- отсутствие методики выбора параметров настройки алгоритма перехода ЭГР в режим «Частота».



Сопутствующими проблемными местами являются:

- отсутствие методик согласования параметров настройки ЭГР и параметров срабатывания противоаварийной автоматики;
- отсутствие в открытом доступе моделей гидротурбин и современных микропроцессорных ЭГР, адекватных для анализа электромеханических переходных процессов в энергосистеме;
- крайне высокая сложность проведения натурных испытаний с полномасштабной проверкой эффективности работы ЭГР.



Научно-технический центр
Единой энергетической системы



Гуриков Олег Викторович
АО «Научно-технический центр
Единой энергетической системы».

+7 (812) 297-54-10

+7 (812) 552-62-23 (факс)

ntcees.ru

