



Научно-технический центр
Единой энергетической системы

О ТРЕБОВАНИЯХ К СИСТЕМАМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГИДРОТУРБИН С ПОЗИЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОЙ РАБОТЫ ЕДИНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РОССИИ

Герасимов Д.А., Гуриков О.В. – АО «НТЦ ЕЭС»
Сацук Е.И. – АО «СО ЕЭС»

Москва, 2024

Докладчик:
Гуриков О.В.



За последние годы произошло множество технологических нарушений из-за некорректной работы ЭГР:

- Жигулевская ГЭС (2016 г.);
- Бурейская ГЭС и Зейская ГЭС (2017 г.);
- Серебрянская ГЭС-15, Серебрянская ГЭС-16 (2018 г.);
- Вилюйская ГЭС-1, Вилюйская ГЭС-2 (2019-2023 гг.);
- и др.



Данные технологические нарушения были вызваны следующими основными причинами:

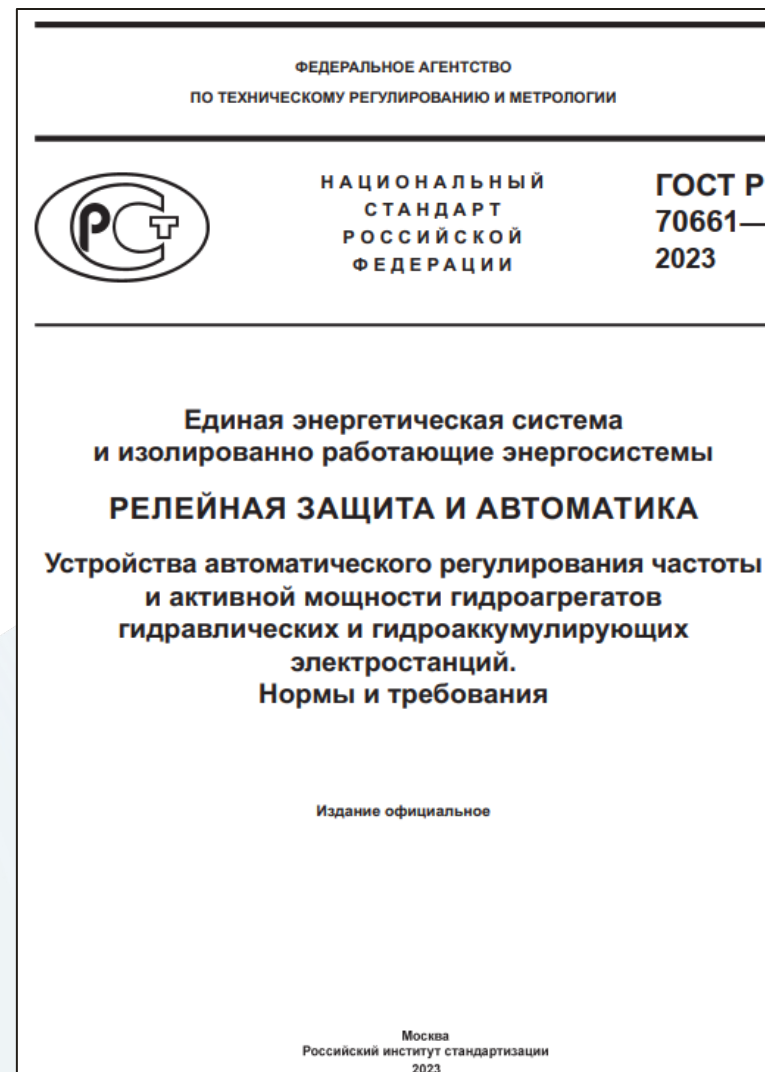
- Отсутствуют четкие требования к обеспечению устойчивой работы ЭГР.
- Не выполняется проверка работы ЭГР для всего многообразия схемно-режимных условий работы энергосистемы.



ГОСТ Р 70661-2023

В результате тесного взаимодействия АО «НТЦ ЕЭС», АО «СО ЕЭС» и ПАО «РусГидро» были разработаны Системные требования к ЭГР:

ГОСТ Р 70661-2023 «Устройства автоматического регулирования частоты и активной мощности гидроагрегатов гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций. Нормы и требования».





ГОСТ Р 70661-2023 содержит :

- Требования:
 - Общие требования.
 - Требования к функционированию ЭГР в режиме «Мощность».
 - Требования к функционированию ЭГР в режиме «Изолированный».
 - Требования к испытаниям ЭГР.
- Методику проверки на соответствие Системным требованиям:
 - Тестовая схема энергосистемы.
 - Программа испытаний.



Системные требования к ЭГР

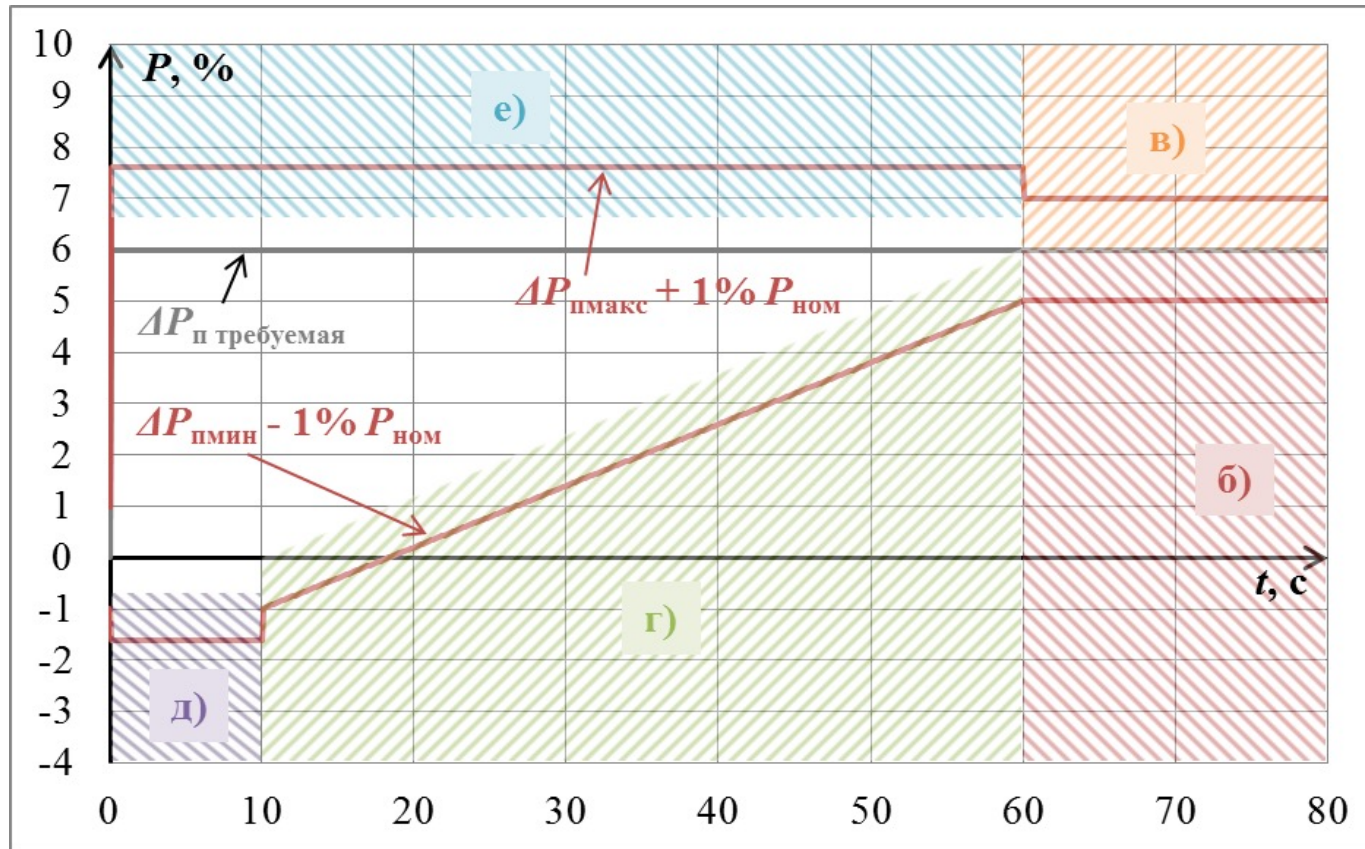
Даны определения режимов и введен новый режим «Изолированный»:

- режим «Мощность» - следящее регулирование активной мощности с коррекцией по частоте с обратной связью по активной электрической мощности гидрогенератора (возможна работа под управлением ГРАМ).
- режим «Изолированный» - следящее регулирование активной мощности с коррекцией по частоте с использованием зависимости активной мощности от положения регулирующих органов гидротурбины и текущего напора/высоты отсасывания (возможна работа под управлением ГРАМ).
- режим «Частота» - следящее регулирование частоты в соответствии с заданной уставкой с коррекцией по положению регулирующих органов гидротурбины или без такой коррекции, без возможности изменения на заданную величину активной мощности гидроагрегата или положения регулирующих органов гидротурбины.
- режим «Частота – астатический» - следящее астатическое регулирование частоты в соответствии с заданным значением частоты.



Системные требования к ЭГР

Уточнены требования к проведению опыта с имитацией ступенчатого изменения частоты:

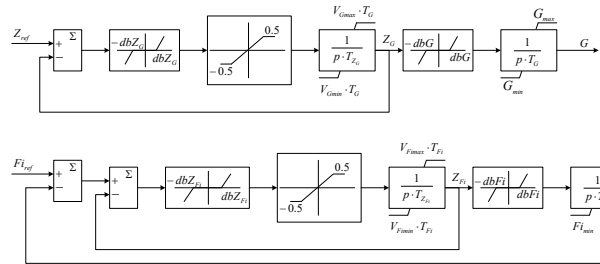




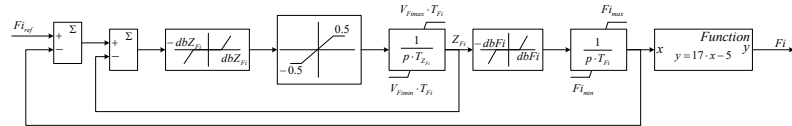
Автоматический переход в режим «Изолированный» должен происходить при:

- отклонении частоты от номинального уровня 1,5 Гц вверх и 1,0 Гц вниз (при частоте выше 51,5 Гц и ниже 49,0 Гц) с выдержкой времени 0,5 с;
- возникновении незатухающих колебаний частоты в диапазоне периодов колебаний 10–30 секунд с амплитудой более $\pm 0,2$ Гц относительно среднего значения частоты на периоде колебаний.

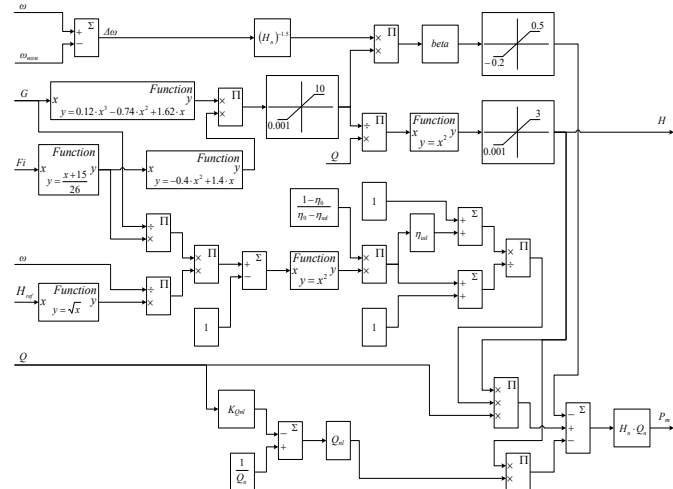
Тестовая схема (модель энергосистемы реального времени) для испытаний, к которой должны подключаться промышленные образцы или макеты устройств ЭГР и ГРАМ.



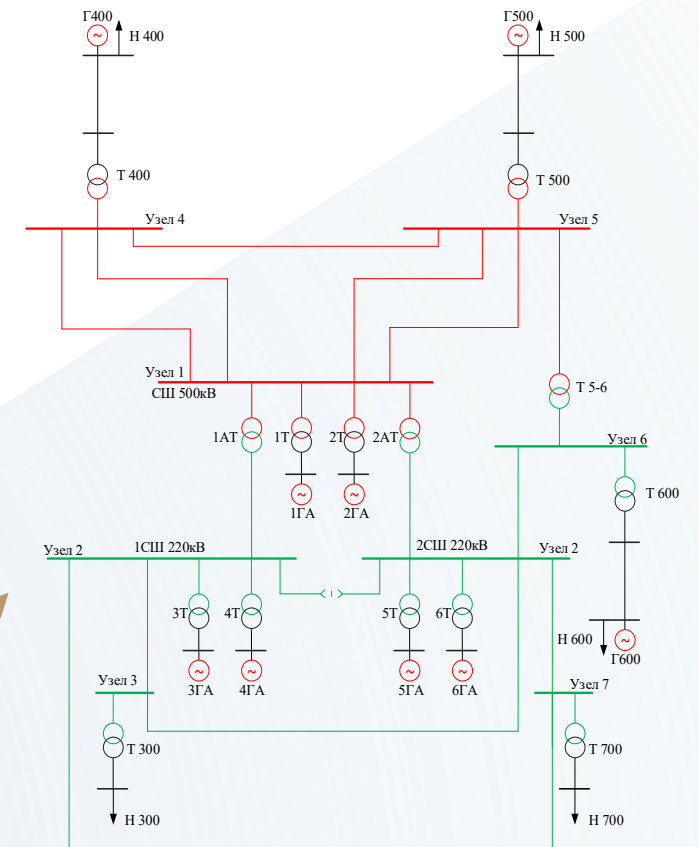
← Модели устройств регулирования



← Модели гидротурбин



↑ Тестовая модель энергосистемы





Методика проверки

Предусматривается подключение микропроцессорных ЭГР к тестовой модели энергосистемы, функционирующей в режиме реального времени, например к комплексу Real-Time Digital Simulator (RTDS).





Всего предусмотрено проведение 57 экспериментов по следующим основным группам:

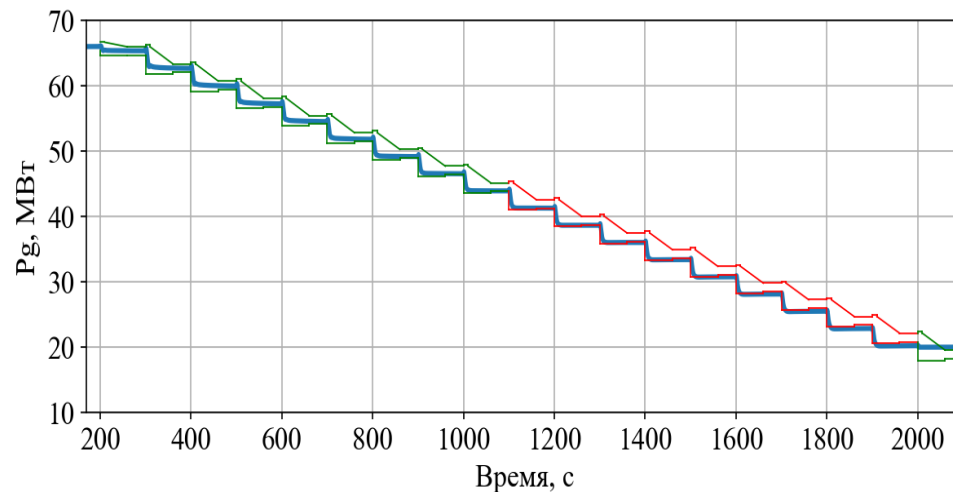
- Проверка работы измерителей и характеристик ЭГР.
- Проверка ЭГР на соответствие требованиям к функционированию в режиме «Мощность».
- Проверка ЭГР на соответствие требованиям к функционированию в режиме «Изолированный».
- Проверка ЭГР при взаимодействии с ГРАМ.
- Проверка ЭГР при возникновении ограничений по выдаваемой мощности.
- Проверка ЭГР в переходных процессах, не связанных с изменением частоты в энергосистеме.



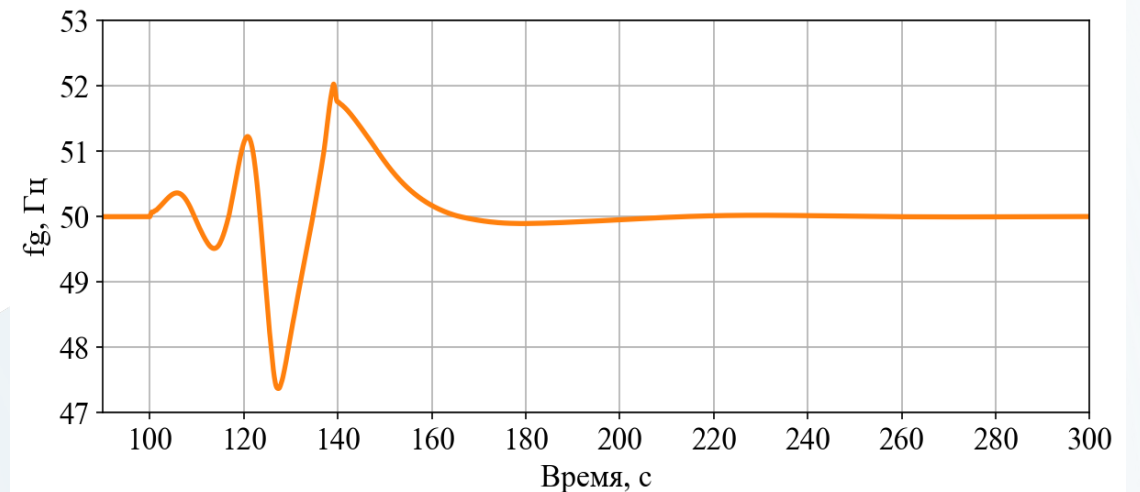
Примеры тестирования (эксперименты из программы испытаний, но не в тестовой схеме):

Имитация скачкообразного изменения частоты шагами вплоть до нижней границы регулировочного диапазона.

Зафиксировано отклонение статизма регулирования от заданного.



Отключение на изолированную работу с нулевым небалансом мощности. Наблюдается неустойчивый процесс регулирования с автоматическим переводом в режим «Изолированный» и затуханием колебаний.





Разработаны:

- Системные требования к ЭГР для обеспечения их устойчивой работы в различных схемно-режимных условиях работы энергосистем.
- методика проверки ЭГР на соответствие разработанным Системным требованиям.

Участие в рецензировании Системных требований приняли организации – производители ЭГР.

Выполнение Системных требований к ЭГР повысит надежность работы ЕЭС России.



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

