

## УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора –  
руководитель дирекции системных  
исследований,  
канд. техн. наук, доцент



А.С. Герасимов

## ПРОТОКОЛ

*технического совещания*

*по итогам испытаний регулятора возбуждения AVR-3МТК  
гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС  
на ПАК RTDS АО «НТЦ ЕЭС»  
(Протокол испытаний)*

*04 октября 2022 года*

*г. Санкт-Петербург*

### Присутствовали:

*от АО «Силловые машины»:*

Скуфин Н.А. – ведущий инженер-программист;

*от АО «НТЦ ЕЭС»:*

Есипович А.Х. – заведующий лабораторией НИО-3, руководитель работы;

Кабанов Д.А. – заведующий сектором НИО-3;

Зеленин А.С. – старший научный сотрудник НИО-3;

Сульчакова А.Ю. – младший научный сотрудник НИО-3.

Рассмотрев вопрос об итогах испытаний регулятора возбуждения AVR-3МТК гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС на ПАК RTDS АО «НТЦ ЕЭС» (Договор № 50-04-3-22, Заказчик – АО «Силловые машины», Исполнитель – АО «НТЦ ЕЭС»), представители указанных выше организаций отмечают следующее:

1. Целью испытаний являлась проверка параметров настройки регулятора возбуждения AVR-3МТК гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС и корректировка этих параметров (при необходимости, выявленной в процессе проверки) на программно-аппаратном комплексе моделирования энергосистем в режиме реального времени RTDS (ПАК RTDS) АО «НТЦ ЕЭС» в схеме, адекватно отображающей условия работы электростанции в энергосистеме (ЭС) Магаданской области, в соответствии с «Методическими указаниями по проверке параметров настройки автоматических регуляторов возбуждения сильного действия

синхронных генераторов» (Приложение 2 к приказу АО «СО ЕЭС» от 05.09.2019 №259).

2. Для проведения испытаний на ПАК *RTDS* подготовлена математическая модель центрального узла ЭС Магаданской области, адекватно отображающая условия работы Усть-Среднеканской ГЭС на уровень 2023 года развития энергосистемы.

3. Программа испытаний согласована ПАО «Магаданэнерго».

4. Предварительный выбор параметров настройки каналов регулирования и стабилизации регулятора возбуждения *AVR-3МТК* гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС выполнен АО «НТЦ ЕЭС» в эталонных цифровых моделях центрального узла ЭС Магаданской области на уровень её развития в 2023 году, разработанных в рамках упомянутого Договора.

5. Усть-Среднеканская ГЭС в схеме представлена четырьмя модельными генераторами, оснащенными моделями статических тиристорных систем параллельного самовозбуждения.

6. К математическим моделям статических тиристорных систем параллельного самовозбуждения гидрогенераторов №1 и №2 Усть-Среднеканской ГЭС подключены верифицированные математические модели регуляторов возбуждения типа АРВ-РЭМ, на которых установлены рабочие параметры настройки. К математической модели статической тиристорной системы параллельного самовозбуждения гидрогенератора №3 Усть-Среднеканской ГЭС подключена верифицированная математическая модель регулятора возбуждения типа *AVR-3МТК*, на которой установлены рабочие параметры настройки. К математической модели статической тиристорной системы параллельного самовозбуждения гидрогенератора №4 Усть-Среднеканской ГЭС подключен натуральный образец регулятора возбуждения *AVR-3МТК*, на котором установлены параметры настройки в соответствии с пунктом 3 настоящего Протокола.

7. Регуляторы возбуждения *AVR-3МТК* с установленной версией программного обеспечения 31.01 имеют сертификат соответствия СТО 59012820.29.160.20.001-2012, зарегистрированный в реестре сертифицированных объектов СДС «СО ЕЭС» 14 апреля 2014 года за регистрационным № *NTC3.SO.RU.0513.0010*.

8. Испытания проведены по рабочей программе, которая включала более 100 основных экспериментов и была подготовлена на основе согласованной программы испытаний.

9. При испытаниях в качестве базовых рассмотрено два электрических режима на уровень 2023 года:

- режим летнего максимума нагрузок центрального энергоузла ЭС Магаданской области;
- режим зимнего максимума нагрузок центрального энергоузла ЭС Магаданской области.

10. В процессе испытаний рассмотрены нормативные возмущения вблизи шин 220 кВ Усть-Среднеканской ГЭС.

11. В ходе испытаний для регулятора возбуждения AVR-3МТК гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС выполнены:

- проверка эффективности параметров настройки при стабилизации эксплуатационных режимов;
- определение характера нарушения статической устойчивости;
- выбор параметров релейной форсировки возбуждения;
- проверка правильности настройки при возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме;
- проверка работы ограничителя минимального возбуждения;
- проверка эффективности параметров настройки при демпфировании аварийных колебаний;
- проверка внутригрупповой устойчивости.

12. Программа испытаний выполнена полностью.

#### Выводы по результатам испытаний:

1. Выбранные параметры настройки регулятора возбуждения AVR-3МТК гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС обеспечивают успешную стабилизацию эксплуатационных режимов в нормальной и ремонтных схемах электрической сети, а также демпфирование послеаварийных колебаний при нормативных возмущениях вблизи шин 220 кВ Усть-Среднеканской ГЭС.
2. Взаимное негативное влияние регуляторов возбуждения AVR-3МТК гидрогенераторов №3 и №4 и регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ гидрогенераторов №1 и №2 отсутствует.
3. Релейная форсировка возбуждения регулятора возбуждения AVR-3МТК гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС при выбранных параметрах настройки функционирует в полном соответствии с Требованиями к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов, утвержденными Приказом Минэнерго РФ от 13.02.2019 №98 (далее – «Требования»).
4. Регулятор возбуждения AVR-3МТК обеспечивает правильную работу системы возбуждения гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС при возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме.
5. Регулятор возбуждения AVR-3МТК при выбранных параметрах настройки обеспечивает устойчивую работу гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС в режиме ограничения минимального возбуждения. При переходе в режим ограничения минимального

возбуждения производить блокировку каналов системной стабилизации не следует.

6. Регуляторы возбуждения AVR-3МТК при выбранных параметрах настройки обеспечивают внутригрупповую устойчивость генераторов Усть-Среднеканской ГЭС.
7. АО «НТЦ ЕЭС» представит подробное описание результатов испытаний в техническом отчете по упомянутому Договору.

### Заключение

1. Испытания цифрового регулятора возбуждения AVR-3МТК гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС на ПАК RTDS в схеме ЭС Магаданской области проведены в соответствии с Требованиями в полном объеме согласованной программы.
2. Регулятор возбуждения AVR-3МТК гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС в схемно-режимных условиях центрального узла ЭС Магаданской области на уровень ее развития 2023 года при выбранных параметрах настройки обеспечивает эффективную стабилизацию электрических режимов энергосистемы, а также успешное демпфирование послеаварийных колебаний режимных параметров при нормативных возмущениях вблизи шин 220 кВ Усть-Среднеканской ГЭС.
3. При проведении пуско-наладочных работ на системе возбуждения гидрогенератора ст.№4 Усть-Среднеканской ГЭС в качестве исходных настроек регулятора возбуждения AVR-3МТК рекомендуется установить параметры настройки согласно Приложению к настоящему Протоколу.

**От АО «НТЦ ЕЭС»:**

Зав. лабораторией НИО-3



А.Х. Есипович

Зав. сектором НИО-3



Д.А. Кабанов

Младший научный сотрудник НИО-3



А.Ю. Сульчакова

**От АО «Силовые машины»:**

Ведущий инженер-программист



Н.А. Скуфин