

## УТВЕРЖДАЮ

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



А. С. Герасимов

## ПРОТОКОЛ

*технического совещания*

*по итогам испытаний регуляторов возбуждения AVR-ЗМТК  
турбогенератора №1 и турбогенератора №2 Пермской ГРЭС  
на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС»  
(Протокол испытаний)*

*1 сентября 2022 года*

*г. Санкт-Петербург*

### Присутствовали:

*от Филиала «Пермская ГРЭС» АО «Интер РАО -  
Электрогенерация»:*

Царев Е.В. – ведущий инженер электроцеха;

*от АО «Силовые машины»:*

Хлямков В.А. – главный конструктор по проектированию систем  
возбуждения энергетических машин;

*от АО «НТЦ ЕЭС»:*

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

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

Прохоров К.В. – научный сотрудник НИО-3;

Дегтярев В.В. – заведующий сектором НИО-3;

Булыгина М.А. – ведущий инженер НИО-3;

Деверилин Д.Д. – техник НИО-3.

Рассмотрев вопрос об итогах испытаний регуляторов возбуждения AVR-ЗМТК турбогенераторов №1 и №2 Пермской ГРЭС на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС» (Договор № 8-ПЕР/005-0185-22/19-04-3-22, Заказчик – АО «Интер РАО – Электрогенерация», Исполнитель – АО «НТЦ ЕЭС»), представители указанных выше организаций отмечают следующее:

1. Целью испытаний являлась проверка параметров настройки регуляторов возбуждения AVR-3МТК турбогенераторов №1 и №2 Пермской ГРЭС и корректировка этих параметров (при необходимости, выявленной в процессе проверки) на цифро-аналого-физическом комплексе (ЦАФК) АО «НТЦ ЕЭС» в схеме, адекватно отображающей условия работы электростанции в объединённой энергосистеме (ОЭС) Урала, 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 ЦАФК подготовлена физическая модель, адекватно отображающая планируемые условия работы Пермской ГРЭС в ОЭС Урала на уровни 2022, 2023 и 2026 годов развития энергосистемы.

3. Программа испытаний согласована Филиалом АО «СО ЕЭС» ОДУ Урала и Филиалом «Пермская ГРЭС» АО «Интер РАО – Электрогенерация».

4. Предварительный выбор параметров настройки каналов регулирования и стабилизации регуляторов возбуждения AVR-3МТК турбогенераторов №1 и №2 Пермской ГРЭС выполнен АО «НТЦ ЕЭС» в эталонных цифровых моделях ОЭС Урала на уровень её развития в 2022, 2023 (для AVR-3МТК турбогенератора №1) и 2026 годах (для AVR-3МТК турбогенератора №2), разработанных в рамках упомянутого Договора.

5. Пермская ГРЭС в схеме представлена шестью модельными генераторами, оснащёнными моделями статических тиристорных систем независимого возбуждения или параллельного самовозбуждения.

6. К физическим моделям статических тиристорных систем независимого возбуждения турбогенераторов №1, №2 и №3 Пермской ГРЭС подключены промышленные образцы регуляторов возбуждения AVR-3МТК, на которых установлены рабочие или выбранные параметры настройки (в соответствии с планом поэтапной модернизации). К физическим моделям статических систем параллельного самовозбуждения турбогенераторов ПТУ-1, ГТУ-1, ГТУ-2 Блока 4 Пермской ГРЭС подключены цифровые верифицированные модели регуляторов возбуждения типа *Thyripol*, на которых установлены рабочие параметры настройки.

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 1000 основных экспериментов и была подготовлена на основе согласованной программы испытаний.

9. При испытаниях в качестве базовых рассмотрено восемь электрических режимов:

- режим летнего минимума нагрузок ОЭС Урала в 2022 году (режим 1);
- режим летнего максимума нагрузок ОЭС Урала в 2022 году (режим 2);
- режима зимнего минимума нагрузок ОЭС Урала в 2023 году (режим 3);
- режим зимнего максимума нагрузок ОЭС Урала в 2023 году (режим 4);
- режим летнего минимума нагрузок ОЭС Урала в 2026 году (режим 5);
- режим летнего максимума нагрузок ОЭС Урала в 2026 году (режим 6);
- режим зимнего минимума нагрузок ОЭС Урала в 2026 году (режим 7);
- режим зимнего максимума нагрузок ОЭС Урала в 2026 году (режим 8).

Во всех рассмотренных электрических режимах турбогенераторы №1 и №2 Пермской ГРЭС загружены до номинальной активной мощности в соответствии с планом поэтапной модернизации.

10. В процессе испытаний рассмотрены нормативные возмущения вблизи шин 220 кВ и 500 кВ Пермской ГРЭС и шин 500 кВ ПС 500 кВ Калино.

11. В ходе испытаний выполнены:

10.1. Для регулятора возбуждения AVR-3МТК турбогенератора №1<sup>1</sup> Пермской ГРЭС:

- проверка эффективности параметров настройки при стабилизации эксплуатационных режимов на уровень развития ОЭС Урала в 2022, 2023 годах;
- 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 расчётных возмущениях узла Пермской ГРЭС;
- проверка внутригрупповой устойчивости.

10.2. Для регулятора возбуждения AVR-3МТК турбогенератора №2<sup>2</sup> Пермской ГРЭС:

---

<sup>1</sup> При рабочих параметрах настройки AVR-3МТК турбогенератора №2 Пермской ГРЭС

<sup>2</sup> При выбранных параметрах настройки AVR-3МТК турбогенератора №1 Пермской ГРЭС

- проверка эффективности параметров настройки при стабилизации эксплуатационных режимов на уровень развития ОЭС Урала в 2026 году;
- 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 расчётных возмущениях узла Пермской ГРЭС;
- проверка внутригрупповой устойчивости.

11. Программа испытаний выполнена полностью.

Выводы по результатам испытаний:

1. Выбранные параметры настройки регуляторов возбуждения AVR-ЗМТК турбогенераторов №1 и №2 Пермской ГРЭС обеспечивают успешную стабилизацию эксплуатационных режимов в нормальной и ремонтных схемах электрической сети, а также демпфирование послеаварийных колебаний при нормативных возмущениях вблизи шин 500 кВ и 220 кВ Пермской ГРЭС и шин 500 кВ ПС 500 кВ Калино.
2. Релейная форсировка возбуждения регуляторов возбуждения AVR-ЗМТК турбогенераторов №1 и №2 Пермской ГРЭС 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»).
3. Регуляторы возбуждения AVR-ЗМТК обеспечивают правильную работу систем возбуждения турбогенераторов №1 и №2 Пермской ГРЭС при возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме.
4. Регуляторы возбуждения AVR-ЗМТК при выбранных параметрах настройки обеспечивают устойчивую работу турбогенераторов №1 и №2 Пермской ГРЭС в режиме ограничения минимального возбуждения. При переходе в режим ограничения минимального возбуждения следует производить блокировку каналов системной стабилизации.
5. Регуляторы возбуждения AVR-ЗМТК при выбранных параметрах настройки обеспечивают внутригрупповую устойчивость генераторов Пермской ГРЭС.

6. АО «НТЦ ЕЭС» представит подробное описание результатов испытаний в техническом отчете по упомянутому Договору.

### Заключение

1. Испытания цифровых регуляторов возбуждения AVR-3МТК турбогенераторов №1 и №2 Пермской ГРЭС на цифро-аналого-физическом комплексе в схеме энергосистемы Урала проведены в соответствии с Требованиями в полном объеме согласованной программы.
2. Регуляторы возбуждения AVR-3МТК турбогенераторов №1 и №2 Пермской ГРЭС в схемно-режимных условиях ОЭС Урала на уровень развития 2022, 2023 и 2026 годов в соответствии с планом поэтапной модернизации при выбранных параметрах настройки обеспечивают эффективную стабилизацию электрических режимов энергосистемы, а также успешное демпфирование послеаварийных колебаний режимных параметров при нормативных возмущениях вблизи шин 500 кВ и 220 кВ Пермской ГРЭС и шин 500 кВ ПС 500 кВ Калино.
3. При проведении пуско-наладочных работ на системах возбуждения турбогенераторов №1 и №2 Пермской ГРЭС в соответствии с планом поэтапной модернизации в качестве исходных настроек регуляторов 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

Научный сотрудник НИО-3



К.В. Прохоров

#### От АО «Силовые машины»:

Главный конструктор по проектированию систем возбуждения энергетических машин



В.А. Хлямков

#### От Филиала «Пермская ГРЭС» АО «Интер РАО - Электрогенерация»:

Ведущий инженер электроцеха



Е.В. Царев