



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
АО «НТЦ ЕЭС»

В.А. Крицкий

## ПРОТОКОЛ

*технического совещания*

*по итогам испытаний регуляторов возбуждения AVR-2М  
гидрогенераторов Братской ГЭС для сертифицированных версий ПО  
на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС»  
(Протокол испытаний №2)*

*06 июня 2019 года*

*г. Санкт-Петербург*

### Присутствовали:

*от Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири:*

Томалев А.А. – специалист 1 категории службы электрических режимов;

*от Филиала ООО «ЕвроСибЭнерго-Гидрогенерация» «Братская ГЭС»:*

Струмеляк Р.В. – руководитель группы тиристорного возбуждения;

*от ПАО «Силовые машины»:*

Бурмистров А.А. – заместитель главного конструктора по проектированию систем возбуждения энергетических машин;

*от АО «НТЦ ЕЭС»:*

Смирнов А.Н. – заведующий отделом электроэнергетических систем (НИО-3);

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

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

Гущина Т.А. – старший научный сотрудник НИО-3;

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

Тимофеева Я.А. – младший научный сотрудник НИО-3;

Выборных Д.С. – инженер НИО-3

Рассмотрев вопрос об итогах испытаний регуляторов возбуждения AVR-2М гидрогенераторов Братской ГЭС для сертифицированных версий программного обеспечения (ПО) на цифро-аналого-физическом комплексе

(ЦАФК) АО «НТЦ ЕЭС» (Договор №2018-20У/1252-03-3-19, заказчик – ООО «ЕвроСибЭнерго-Гидрогенерация», исполнитель – АО «НТЦ ЕЭС»), представители указанных выше организаций отмечают следующее:

1. Целью испытаний являлась проверка и корректировка (в случае необходимости, выявленной при проверке) параметров настройки регуляторов возбуждения AVR-2М гидрогенераторов Братской ГЭС на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС» в схеме объединенной энергосистемы (ОЭС) Сибири, по методике, приведенной в приложении Б СТО 59012820.29.160.20.001-2012 (далее – Стандарт).

2. Для проведения испытаний на ЦАФК подготовлена физическая модель, адекватно отображающая планируемые условия работы Братской ГЭС в ОЭС Сибири на уровень развития энергосистемы в 2019 году.

3. Программа испытаний согласована Филиалом АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири.

4. Предварительный выбор параметров настройки каналов регулирования и стабилизации регуляторов возбуждения AVR-2М гидрогенераторов Г1, Г2, Г5–Г10, Г12, Г14, Г18 Братской ГЭС выполнен АО «НТЦ ЕЭС» в эталонных цифровых моделях ОЭС Сибири на уровень ее развития в 2019 году, разработанных в рамках упомянутого Договора.

5. К физическим моделям статических тиристорных систем независимого возбуждения гидрогенераторов Братской ГЭС, моделирующих Г1+Г2, Г5+Г6, Г7+Г8, Г9+Г10+Г12 и Г14+Г18, подключены промышленные образцы регуляторов возбуждения типа AVR-2М с установленными сертифицированными версиями ПО (20.01), а к физическим моделям статических тиристорных систем независимого возбуждения гидрогенераторов Братской ГЭС, моделирующих Г3+Г4, Г11+Г13 и Г15+Г16+Г17 – промышленные образцы регуляторов возбуждения типа АРВ-М с установленными рабочими версиями ПО и рабочими параметрами настройки<sup>1</sup>

6. Регуляторы возбуждения типа АРВ-М, установленные в системах возбуждения гидрогенераторов Г3, Г4, Г11, Г13, Г15, Г16 и Г17, не имеют сертификата соответствия Стандарту.

7. Испытания проведены по рабочей программе, которая включала 576 основных экспериментов и была подготовлена на основе согласованной программы испытаний.

8. При испытаниях в качестве базовых рассмотрено 4 электрических режима:

---

<sup>1</sup> Рабочие параметры настройки АРВ-М скорректированы в части настройки ОМВ по результатам испытаний, проходивших на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС» с 27 по 31 мая 2019 года.

- режим летнего максимума нагрузки ОЭС Сибири при максимальной нагрузке Братской ГЭС;
- режим летнего минимума нагрузки ОЭС Сибири при максимальной нагрузке Братской ГЭС;
- режим зимнего максимума нагрузки ОЭС Сибири при максимальной нагрузке Братской ГЭС;
- режим зимнего минимума нагрузки ОЭС Сибири при максимальной нагрузке Братской ГЭС.

Во всех рассмотренных режимах гидрогенераторы Братской ГЭС загружены до номинальной активной мощности<sup>2</sup>.

9. В процессе испытаний рассмотрены нормативные возмущения вблизи шин 500 кВ и 220 кВ Братской ГЭС.

10. В ходе испытаний выполнены:

- проверка эффективности параметров настройки *AVR-2M* в нормальных, послеаварийных и предельных режимах по условиям обеспечения успешной стабилизации режимных параметров на уровень развития ОЭС Сибири в 2019 году;
  - настройка параметров релейной форсировки возбуждения;
  - настройка параметров ограничителя минимального возбуждения;
  - проверка эффективности параметров настройки при нормативных возмущениях вблизи шин 500 кВ и 220 кВ Братской ГЭС;
  - настройка параметров функции блокировки каналов стабилизации регуляторов возбуждения *AVR-2M* при изменении частоты в энергосистеме со скоростью 0,05 Гц/с и более.

11. Программа испытаний выполнена полностью.

#### Выводы по результатам испытаний:

1. Выбранные параметры настройки регуляторов возбуждения *AVR-2M* гидрогенераторов Г1, Г2, Г5–Г10, Г12, Г14, Г18 при рабочих параметрах настройки регуляторов возбуждения *АРВ-М* гидрогенераторов Г3, Г4, Г11, Г13, Г15, Г16 и Г17<sup>1</sup> Братской ГЭС обеспечивают успешную стабилизацию эксплуатационных режимов в нормальной и ремонтных схемах сети, а также демпфирование послеаварийных колебаний при нормативных возмущениях вблизи шин 500 кВ и 220 кВ Братской ГЭС.
2. Релейная форсировка возбуждения регуляторов возбуждения *AVR-2M* гидрогенераторов Г1, Г2, Г5–Г10, Г12, Г14, Г18 Братской ГЭС при выбранных параметрах настройки функционирует в полном соответствии с требованиями Стандарта.

<sup>2</sup> Исходные схемы и режимы согласованы Филиалом АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири

3. Регуляторы возбуждения *AVR-2M* обеспечивают правильную работу систем возбуждения гидрогенераторов Г1, Г2, Г5–Г10, Г12, Г14, Г18 Братской ГЭС при возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме.
4. Регуляторы возбуждения *AVR-2M* обеспечивают правильную работу систем возбуждения гидрогенераторов Г1, Г2, Г5–Г10, Г12, Г14, Г18 Братской ГЭС в режиме ограничения минимального возбуждения. При переходе в режим ограничения минимального возбуждения регуляторы возбуждения с введенными каналами системной стабилизации обеспечивают эффективную стабилизацию параметров электрического режима в зоне ОМВ, поэтому блокировку каналов системной стабилизации производить не следует.
5. Регуляторы возбуждения *АРВ-М* гидрогенераторов Г3, Г4, Г11, Г13, Г15, Г16 и Г171 Братской ГЭС не обеспечивают эффективное функционирование релейной форсировки возбуждения и блокировку каналов стабилизации при изменении частоты со скоростью 0,05 Гц/с и более с настраиваемой выдержкой времени на ввод и запретом работы блокировки при возникновении в энергосистеме синхронных колебаний параметров электроэнергетического режима, что не соответствует требованиям Стандарта.
6. АО «НТЦ ЕЭС» представит подробное описание результатов испытаний в техническом отчете по упомянутому Договору.

### **Заключение**

1. Испытания цифровых регуляторов возбуждения *AVR-2M* гидрогенераторов Г1, Г2, Г5–Г10, Г12, Г14, Г18 Братской ГЭС на цифро-аналого-физическом комплексе АО «НТЦ ЕЭС» в схеме объединенной энергосистемы Сибири проведены в соответствии со Стандартом АО «СО ЕЭС» СТО 59012820.29.160.20.001-2012 «Требования к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов» в полном объеме согласованной программы.
2. Регуляторы возбуждения *AVR-2M* гидрогенераторов Г1, Г2, Г5–Г10, Г12, Г14, Г18 Братской ГЭС в схемно-режимных условиях ОЭС Сибири на уровень развития в 2019 году при выбранных параметрах настройки обеспечивают эффективную стабилизацию электрических режимов энергосистемы, а также успешное демпфирование послеаварийных колебаний режимных параметров при нормативных возмущениях вблизи шин 220 кВ и 500 кВ Братской ГЭС.
3. При выполнении пуско-наладочных работ, связанных с установкой на регуляторах возбуждения *AVR-2M* гидрогенераторов Г1, Г2, Г5–Г10, Г12, Г14, Г18 Братской ГЭС сертифицированных версий ПО (20.01) в

качестве исходных настроек регуляторов возбуждения рекомендуется установить параметры настройки согласно Приложению к настоящему Протоколу.

4. Для повышения надежности параллельной работы Братской ГЭС с энергосистемой Сибири рекомендуется произвести замену морально устаревших и не отвечающих требованиям Стандарта регуляторов возбуждения АРВ-М на гидрогенераторах Г3, Г4, Г11, Г13, Г15–Г17 на регуляторы возбуждения, имеющие сертификат соответствия Стандарту.

**От АО «НТЦ ЕЭС»:**

Зав. НИО-3



А.Н. Смирнов

Зав. лабораторией НИО-3



А.Х. Есипович

Зав. сектором НИО-3



Д.А. Кабанов

Старший научный сотрудник НИО-3



Т.А. Гущина

Младший научный сотрудник НИО-3



К.В. Прохоров

Младший научный сотрудник НИО-3



Я.А. Тимофеева

**От Филиала ООО «ЕвроСибЭнерго-Гидрогенерация»  
«Братская ГЭС»:**

Руководитель группы  
тиристорного возбуждения



Р.В. Струмеляк

**От ПАО «Силовые машины»:**

Заместитель главного конструктора  
по проектированию систем возбуждения  
энергетических машин



А.А. Бурмистров

**От Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири:**

Специалист 1 категории службы  
электрических режимов



А.А. Томалев