

УТВЕРЖДАЮ

Директор по системным
исследованиям
акционерное
канд. техн. наук, доцент



А. С. Герасимов

ПРОТОКОЛ

технического совещания

*по итогам испытаний регуляторов возбуждения AVR-4М
гидрогенераторов ст. №2, 3 Вилуйской ГЭС-3*

07 июля 2025 года

г. Санкт-Петербург

Присутствовали:

от АО «Силовые машины»:

Хлямков В.А. – главный конструктор – начальник конструкторского отдела систем возбуждения энергетических машин;

от АО «НТЦ ЕЭС»:

Кабанов Д.А. – начальник сектора отдела системных исследований (НИО-3);

Есипович А.Х. – главный эксперт НИО-3;

Сульчакова А.Ю. – эксперт НИО-3;

Деверилин Д.Д. – эксперт НИО-3.

Рассмотрев вопрос об итогах испытаний регуляторов возбуждения AVR-4М гидрогенераторов ст. №2, 3 Вилуйской ГЭС-3 на математической модели ОЭС Востока (Договор №346-04-3Н-2025, Заказчик – АО «Силовые машины», Исполнитель – АО «НТЦ ЕЭС»), представители указанных выше организаций отмечают следующее:

1. Целью испытаний являлась проверка и корректировка (при необходимости, выявленной в процессе проверки) параметров настройки регуляторов возбуждения AVR-4М гидрогенераторов ст. №2, 3 Вилуйской ГЭС-3 в схеме, адекватно отображающей условия работы электростанции в объединенной электроэнергетической системе (ОЭС) Востока.
2. Для проведения проверки на программно-аппаратном комплексе моделирования энергосистем в режиме реального времени типа RTDS (ПАК RTDS) АО «НТЦ ЕЭС» подготовлена математическая модель, адекватно отображающая условия работы Вилуйской ГЭС-3 в ОЭС Востока на уровне ее развития в 2025 и 2027 годах.
3. Программа испытаний согласована ОДУ Востока.

4. Предварительный выбор параметров настройки каналов регулирования и стабилизации регуляторов возбуждения AVR-4М гидрогенераторов ст. №2, 3 Виллюйской ГЭС-3 выполнен АО «НТЦ ЕЭС» в цифровых моделях ОЭС Востока на уровне её развития в 2025 и 2027 годах, разработанных в рамках упомянутого Договора.
5. В математической модели Виллюйская ГЭС-3 представлена на первом этапе тремя гидроагрегатами (ГА), а на втором – четырьмя, каждый из которых оснащён статической тиристорной системой самовозбуждения. При проведении испытаний:
 - на всех этапах к СВ ГА1 подключена математическая модель регулятора возбуждения AVR-4М с рабочими параметрами настройки;
 - на первом этапе к СВ ГА2 подключен промышленный образец регулятора возбуждения AVR-4М с расчетными параметрами настройки, а к СВ ГА3 – математическая модель регулятора возбуждения Unitrol 5000 с рабочими параметрами настройки;
 - на втором этапе к СВ ГА3 подключен промышленный образец регулятора возбуждения AVR-4М с расчетными параметрами настройки, к СВ гидрогенератора ГА2 – математическая модель регулятора возбуждения AVR-4М с параметрами настройки, выбранными на первом этапе, а к СВ гидрогенератора ГА4 – математическая модель регулятора возбуждения AVR-4М с типовыми параметрами настройки.
6. Регулятор возбуждения AVR-4М производства ООО «САУ-ВЭИ» с установленной версией программного обеспечения 40.01 имеет сертификат соответствия Требованиям к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов, утвержденным приказом Минэнерго России от 13.02.2019 № 98 (далее – Требования), зарегистрированный в реестре сертифицированных объектов СДС «СО ЕЭС» 15 мая 2025 года за регистрационным № NE03.SO.RU.0222.0039.
7. При испытаниях рассмотрены восемь характерных режимов ОЭС Востока на уровне 2025 и 2027 годов ее развития:
Этап 1 (замена СВ ГА2 Виллюйской ГЭС-3):
 - режим зимнего максимума нагрузок на уровень 2025 года развития энергосистемы;
 - режим зимнего минимума нагрузок на уровень 2025 года развития энергосистемы;
 - режим летнего максимума нагрузки на уровень 2025 года развития энергосистемы;
 - режим летнего минимума нагрузки на уровень 2025 года развития энергосистемы.
Этап 2 (замена СВ ГА3 Виллюйской ГЭС-3):
 - режим зимнего максимума нагрузки на уровень 2027 года развития энергосистемы;

- режим зимнего минимума нагрузок на уровень 2027 года развития энергосистемы;
- режим летнего максимума нагрузки на уровень 2027 года развития энергосистемы;
- режим летнего минимума нагрузки на уровень 2027 года развития энергосистемы.

В характерных электрических режимах каждый из гидрогенераторов Вилуйской ГЭС-3 загружен до номинальной активной мощности.

8. В ходе испытаний для регуляторов возбуждения AVR-4М гидрогенераторов ст. №2, 3 Вилуйской ГЭС-3 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 расчетных возмущениях;
- проверка внутригрупповой устойчивости.

9. Программа испытаний выполнена полностью.

Испытания показали, что:

1. Выбранные параметры настройки регуляторов возбуждения AVR-4М гидрогенераторов ст. №2, 3 Вилуйской ГЭС-3 обеспечивают:
 - успешную стабилизацию эксплуатационных режимов в нормальной и ремонтных схемах электрической сети;
 - отсутствие незатухающих синхронных колебаний при достижении предела передаваемой мощности;
 - демпфирование колебаний в послеаварийных режимах;
 - соответствие параметров настройки релейной форсировки возбуждения Требованиям;
 - правильную работу при возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме;
 - устойчивую работу гидрогенераторов ст. №2, 3 Вилуйской ГЭС-3 в режиме ограничения минимального возбуждения¹;
 - внутригрупповую устойчивость.
2. АО «НТЦ ЕЭС» представит подробное описание результатов испытаний в техническом отчете по упомянутому Договору.

¹ При переходе в режим ограничения минимального возбуждения производить блокировку каналов системной стабилизации не следует.

Заключение

1. Испытания цифровых регуляторов возбуждения AVR-4М гидрогенераторов ст. №2, 3 Вилуйской ГЭС-3 на ПАК RTDS в схеме ОЭС Востока проведены в соответствии с Требованиями в полном объеме согласованной программы.
2. Регуляторы возбуждения AVR-4М гидрогенераторов ст. №2, 3 Вилуйской ГЭС-3 в схемно-режимных условиях ОЭС Востока на уровне ее развития в 2025 и 2027 годах при выбранных параметрах настройки обеспечивают эффективную стабилизацию электрических режимов энергосистемы, а также успешное демпфирование послеаварийных колебаний режимных параметров при нормативных возмущениях вблизи ЗРУ-220 кВ Вилуйской ГЭС-3, а также в схемно-режимных условиях, приводящих к отделению западного энергорайона Якутии на изолированную работу.
3. При проведении пуско-наладочных работ на системах возбуждения гидрогенераторов ст. №2, 3 Вилуйской ГЭС-3 в качестве исходных настроек регуляторов возбуждения AVR-4М рекомендуется установить параметры настройки согласно Приложению к настоящему Протоколу.

От АО «НТЦ ЕЭС»:

Начальник сектора НИО-3



Д.А. Кабанов

Главный эксперт НИО-3



А.Х. Есипович

Эксперт НИО-3



А.Ю. Сульчакова

Эксперт НИО-3



Д.Д. Деверилин

АО «Силовые машины»:

Главный конструктор – начальник конструкторского отдела систем возбуждения энергетических машин



В.А. Хлямков