

УТВЕРЖДАЮ

Директор по системным
исследованиям
канд. техн. наук, доцент



А. С. Герасимов

ПРОТОКОЛ

технического совещания

**по итогам испытаний регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700
гидрогенераторов №2 и №3 Зейской ГЭС**

20 мая 2025 года

г. Санкт-Петербург

Присутствовали:

от ООО «Русэлпром. Электрические машины»:

Иванов С.Л. – начальник отдела систем возбуждения ООО
«Инжиниринговый Центр «Русэлпром»;

от АО «НТЦ ЕЭС»:

Кабанов Д.А. – начальник сектора отдела системных исследований (НИО-3);
Есипович А.Х. – главный эксперт НИО-3;
Сулчакова А.Ю. – эксперт НИО-3;
Деверилин Д.Д. – эксперт НИО-3.

Рассмотрев вопрос об итогах испытаний регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 гидрогенераторов №2 и №3 Зейской ГЭС на математической модели ОЭС Востока (Договор №295-04-3Н-2024, Заказчик – ООО «Русэлпром. Электрические 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 АРВ-РЭМ700 гидрогенераторов №2 и №3 Зейской ГЭС 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 RTDS (ПАК RTDS) АО «НТЦ ЕЭС» подготовлена математическая модель, адекватно отображающая условия работы Зейской ГЭС в ОЭС Востока на уровни 2026 и 2027 годов развития энергосистемы.

3. Программа испытаний согласована ОДУ Востока.

4. Предварительный выбор параметров настройки каналов регулирования и стабилизации регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 гидрогенераторов №2 и №3 Зейской ГЭС выполнен АО «НТЦ ЕЭС» в цифровых моделях ОЭС Востока на уровне её развития в 2026 и 2027 годах, разработанных в рамках упомянутого Договора.

5. Зейская ГЭС в схеме представлена шестью математическими моделями гидрогенераторов, оснащенными моделями тиристорных систем независимого возбуждения.

6. К математическим моделям тиристорной системы независимого возбуждения гидрогенератора №2 или №3 (в соответствии с графиком замены регуляторов) подключался промышленный образец регулятора возбуждения АРВ-РЭМ700, на котором были установлены параметры настройки в соответствии с пунктом 4 настоящего Протокола, а к математическим моделям тиристорных систем независимого возбуждения остальных гидрогенераторов Зейской ГЭС – математические модели регуляторов возбуждения типа АРВ-РЭМ700, AVR-4М и КОСУР-Ц, на которых были установлены (в соответствии с графиком замены регуляторов) рабочие или расчетные (в соответствии с п. 4 настоящего Протокола) параметры настройки.

7. Регулятор возбуждения АРВ-РЭМ700 с установленной версией программного обеспечения АРВ.v.1.2.11 имеет сертификат соответствия СТО 59012820.29.160.20.001-2012, зарегистрированный в реестре сертифицированных объектов СДС «СО ЕЭС» 31 января 2017 года за регистрационным № *NTC7.SO.RU.0716.0001*.

8. При проведении испытаний в качестве базовых рассмотрено восемь электрических режимов:

- режим зимнего максимума нагрузки на уровень 2026 года развития энергосистемы;
- режим зимнего минимума нагрузки на уровень 2026 года развития энергосистемы;
- режим летнего максимума нагрузки на уровень 2026 года развития энергосистемы;
- режим летнего минимума нагрузки на уровень 2026 года развития энергосистемы;
- режим зимнего максимума нагрузки на уровень 2027 года развития энергосистемы;
- режим зимнего минимума нагрузки 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;

9. В ходе испытаний для регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 гидрогенераторов №2 и №3 Зейской 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 расчетных возмущениях;
- проверка внутригрупповой устойчивости.

10. Программа испытаний выполнена полностью.

Испытания показали, что:

1. Выбранные параметры настройки регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 гидрогенераторов №2 и №3 Зейской ГЭС 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 к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов, утвержденными приказом Минэнерго РФ от 13.02.2019 №98 (далее – Требования);
 - правильную работу при возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме;
 - устойчивую работу гидрогенераторов №2 и №3 Зейской ГЭС в режиме ограничения минимального возбуждения¹;
 - внутригрупповую устойчивость.
2. АО «НТЦ ЕЭС» представит подробное описание результатов испытаний в техническом отчете по упомянутому Договору.

Заключение

1. Испытания цифровых регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 гидрогенераторов №2 и №3 Зейской ГЭС на ПАК RTDS в схеме ОЭС

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

Востока проведены в соответствии с Требованиями в полном объеме согласованной программы.

2. Регуляторы возбуждения АРВ-РЭМ700 гидрогенераторов №2 и №3 Зейской ГЭС в схемно-режимных условиях ОЭС Востока на уровне ее развития в 2026 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 РУ 220 кВ Зейской ГЭС, РУ 500 кВ Зейской ГЭС и шин 500 кВ ПС Агорта.
3. При проведении пуско-наладочных работ на системах возбуждения гидрогенераторов №2 и №3 Зейской ГЭС в качестве исходных настроек регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 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

ООО «Русэлпром. Электрические машины»:

Начальник отдела ИЦ «Русэлпром»



С.Л. Иванов