



**УТВЕРЖДАЮ**  
Генеральный директор  
АО «НТЦ ЕЭС»

В.А. Крицкий

**ПРОТОКОЛ**  
*технического совещания*  
*по итогам испытаний регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700*  
*турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС*  
*на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС»*  
*(Протокол испытаний)*

*21 марта 2019 года*

*г. Санкт-Петербург*

**Присутствовали:**

*от Филиала АО «СО ЕЭС» Свердловское РДУ:*

Абдушукуров Т.М. – главный специалист службы электрических режимов;

*от Филиала АО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция»:*

Архаров К.А. – ведущий инженер РЗА электроцеха;

Бикбаев И.М. – ведущий инженер РЗА электроцеха;

*от ООО «НПП «Русэлпром-Электромаш»:*

Попов Е.Н. – главный специалист по системам возбуждения;

Филимонов Н.Ю. – младший научный сотрудник;

*от АО «НТЦ ЕЭС»:*

Герасимов А.С. – заместитель генерального директора – директор  
департамента системных исследований и перспективного развития;

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;

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

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

Рассмотрев вопрос об итогах испытаний регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС» (Договор №1218-03-3-18, Заказчик – ООО «НПП «Русэлпром-Электромаш», Исполнитель – АО «НТЦ ЕЭС»), представители указанных выше организаций отмечают следующее:

1. Целью испытаний являлась проверка параметров настройки регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС 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 объединенной энергосистеме (ОЭС) Урала, по методике, приведенной в приложении Б СТО 59012820.29.160.20.001-2012.

2. Для проведения испытаний на ЦАФК подготовлена физическая модель, адекватно отображающая планируемые условия работы Белоярской АЭС в ОЭС Урала на уровни 2019 и 2020 годов развития энергосистемы.

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

4. Предварительный выбор параметров настройки каналов регулирования и стабилизации регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС выполнен АО «НТЦ ЕЭС» в эталонных цифровых моделях ОЭС Урала на уровень ее развития в 2019 году (для АРВ-РЭМ700 ТГ5, ТГ6 Блока 3) и 2020 году (для АРВ-РЭМ700 ТГ4 Блока 3), разработанных в рамках упомянутого Договора.

5. К физическим моделям статических тиристорных систем параллельного самовозбуждения турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС в соответствии с планируемыми этапами модернизации подключены промышленные образцы регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 или цифровые модели регуляторов возбуждения типа КОСУР-Ц, на которых установлены рабочие параметры настройки. К физической модели бесщеточной системы возбуждения турбогенератора ТГ7 Блока 4 Белоярской АЭС подключен промышленный образец регулятора возбуждения AVR-2М, на котором установлены рабочие параметры настройки.

6. Регуляторы возбуждения АРВ-РЭМ700 с установленной версией алгоритма функционирования АРВ.v.1.2.11 имеют 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*.



7. Испытания проведены по рабочей программе, которая включала 1624 основных эксперимента и была подготовлена на основе согласованной программы испытаний.

8. При испытаниях в качестве базовых рассмотрено 6 электрических режимов:

- режимы летнего минимума и максимума нагрузок на уровень 2019 года развития энергосистемы;
- режимы зимнего и летнего максимума и зимнего и летнего минимума нагрузок на уровень 2020 года развития энергосистемы.

Во всех рассмотренных режимах ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 и ТГ7 Блока 4 Белоярской АЭС загружены до номинальной активной мощности.

9. В процессе испытаний рассмотрены нормативные возмущения вблизи шин 220 кВ Белоярской АЭС и шин 500 кВ и 220 кВ ПС 500 кВ Курчатовская.

10. В ходе испытаний выполнены:

10.1. Для регулятора возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенератора ТГ5<sup>1</sup> Блока 3 Белоярской АЭС:

- проверка эффективности параметров настройки в нормальных, послеаварийных и предельных режимах по условиям обеспечения успешной стабилизации режимных параметров на уровень развития ОЭС Урала в 2019 году;

- выбор параметров релейной форсировки возбуждения;
- выбор и проверка работы ограничителя минимального возбуждения;

- проверка эффективности параметров настройки при нормативных возмущениях вблизи шин 220 кВ Белоярской АЭС и шин 500 кВ и 220 кВ ПС 500 кВ Курчатовская.

10.2. Для регулятора возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенератора ТГ6<sup>2</sup> Блока 3 Белоярской АЭС:

- проверка эффективности параметров настройки в нормальных, послеаварийных и предельных режимах по условиям обеспечения успешной стабилизации режимных параметров на уровень развития ОЭС Урала в 2020 году;

- выбор параметров релейной форсировки возбуждения;
- проверка работы ограничителя минимального возбуждения;

<sup>1</sup> При рабочих параметрах настройки АРВ КОСУР-Ц ТГ6 и ТГ4 Блока 3 Белоярской АЭС

<sup>2</sup> При выбранных и установленных параметрах настройки АРВ-РЭМ700 ТГ5 и рабочих параметрах настройки АРВ КОСУР-Ц ТГ4 Блока 3 Белоярской АЭС

- проверка эффективности параметров настройки при нормативных возмущениях вблизи шин 220 кВ Белоярской АЭС и шин 500 кВ и 220 кВ ПС 500 кВ Курчатовская.

10.3. Для регулятора возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенератора ТГ4<sup>3</sup> Блока 3 Белоярской АЭС:

- проверка эффективности параметров настройки в нормальных, послеаварийных и предельных режимах по условиям обеспечения успешной стабилизации режимных параметров на уровень развития ОЭС Урала в 2020 году;

- выбор параметров релейной форсировки возбуждения;
- проверка работы ограничителя минимального возбуждения;
- проверка эффективности параметров настройки при нормативных возмущениях вблизи шин 220 кВ Белоярской АЭС и шин 500 кВ и 220 кВ ПС 500 кВ Курчатовская.

10.4. Для регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС: проверка правильности настройки при возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме.

11. Программа испытаний выполнена полностью.

#### Выводы по результатам испытаний:

1. Выбранные параметры настройки регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС обеспечивают успешную стабилизацию эксплуатационных режимов в нормальной и ремонтных схемах сети, а также демпфирование послеаварийных колебаний при нормативных возмущениях вблизи шин 220 кВ Белоярской АЭС и шин 500 кВ и 220 кВ ПС 500 кВ Курчатовская.
2. Релейная форсировка возбуждения регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС при выбранных параметрах настройки функционирует в полном соответствии с требованиями СТО 59012820.29.160.20.001-2012.
3. Регуляторы возбуждения АРВ-РЭМ700 обеспечивают правильную работу систем возбуждения турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС при возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме.
4. Регуляторы возбуждения АРВ-РЭМ700 при выбранных параметрах настройки обеспечивают устойчивую работу турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС в режиме ограничения

---

<sup>3</sup> При выбранных и установленных параметрах настройки АРВ-РЭМ700 ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС



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

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

### Заключение

1. Испытания цифровых регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС на цифро-аналого-физическом комплексе в схеме энергосистемы Урала 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 АРВ-РЭМ700 турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС в схемно-режимных условиях ОЭС Урала на уровень развития 2019 и 2020 годов<sup>4</sup> 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 Белоярской АЭС и шин 500 кВ и 220 кВ ПС 500 кВ Курчатовская.
3. При проведении пуско-наладочных работ на системах возбуждения турбогенераторов ТГ4, ТГ5 и ТГ6 Блока 3 Белоярской АЭС<sup>5</sup> в качестве исходных настроек регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 рекомендуется установить параметры настройки согласно Приложению к настоящему Протоколу.

#### От АО «НТЦ ЕЭС»:

Зам. Генерального директора

 А.С. Герасимов

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

<sup>4</sup> В соответствии с планом поэтапной модернизации

<sup>5</sup> С учетом плана поэтапной модернизации

**От ООО «НПП «Русэлпром-Электромаш»:**

Главный специалист по системам возбуждения

Е.Н. Попов

Младший научный сотрудник

Н.Ю. Филимонов

**От Филиала АО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция»:**

Ведущий инженер ЭЦ

К.А. Архаров

Ведущий инженер ЭЦ

И.М. Бикбаев

**от Филиала АО «СО ЕЭС» Свердловское РДУ:**

Главный специалист СЭР

Т.М. Абдушукуров