



Некоммерческое партнерство  
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
СОВЕТ  
Единой энергетической  
системы»

109044 г.Москва,  
Воронцовский пер., дом 2  
Тел. (495) 912-1078, 912-5799,  
факс (495) 632-7285

### УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Председателя  
Научно-технической коллегии  
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор

Молодюк В.В. Молодюк

«21 декабря» 2015 г.

### ПРОТОКОЛ

совместного заседания секции «Электротехническое оборудование» НП «НТС ЕЭС»  
и НТС ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» по теме:  
**«Разработка рекомендаций по внедрению оптических измерительных  
трансформаторов тока и трансформаторов напряжения на филиале ПАО  
«РусГидро» – «Нижегородская ГЭС».**

16 декабря 2015 г.

Москва

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:** члены секции «Электротехническое оборудование»  
НП «НТС ЕЭС» и НТС ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» - Шакарян Ю.Г., Дементьев  
Ю.А., Смекалов В.В., Новиков Н.Л., Моржин Ю.И., Хренников А.Ю., Антонов  
А.В., Токарский А.Ю., Львов Ю.Н., Попов С.Г., Тимашова Л.В., Лазарев Г.Б.,  
Абакшин П.С., Любарский Ю.Я., Сытников В.Е., Воротницкий В.Э., Рабинович  
М.А., Сокур П.В.

#### Приглашённые:

ПАО «ФСК ЕЭС»

Большаков О.В. - Главный эксперт Департамента РЗМ и  
АСУ ТП ПАО «ФСК ЕЭС», главный метролог.

ПАО «РусГидро»	Мальцев М.И. – заместитель директора Департамента эксплуатации по системам технологического; Охрим А.Н. – начальник Управления; электротехнического оборудования; Морозов А.П. – главный эксперт Управления РЗиПА Департамента эксплуатации.
ЗАО «Профотек»	Сердцев А.А. – Директор ЗАО «Профотек»; Янин М.А. – начальник испытательного центра; Александров Л.Б. – директор по развитию; Воронков М.В. – коммерческий директор
ОАО ИТУ «Континуум»	Власов М.А. – генеральный директор
ООО «Компания ДЭП»	Уваров А.В. – президент ООО «Компания ДЭП»
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»	Генрих Ю.В. – ведущий эксперт; Якоев А.Г. – главный эксперт ДУП; Осипов В.И. – главный эксперт; Пешков М.В. – зам. начальник центра; Вазюлин М.В. – главный специалист ОРТ ЦПС; Новиков А.Н. - ведущий научный сотрудник, Сорокин Д.В. – начальник УСИР; Бронштейн Э.Л. – помощник научного руководителя.

### **СЛУШАЛИ:**

Доклад главного эксперта Управления РЗиПА департамента эксплуатации ПАО «РусГидро» по НИОКР «Разработка рекомендаций по внедрению оптических измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения на филиале ПАО «РусГидро» – «Нижегородская ГЭС».

Работа выполняется ООО «ЭнергопромАвтоматизация» совместно с ОАО "НТЦ ЕЭС", ЗАО «Профотек» и ООО «НПП ЭКРА» по договору с ПАО «РусГидро». Дополнительно в рамках опытной эксплуатации устройств РЗА было установлено оборудование ООО «Альстом Грид», ООО «ИЦ Бреслер» и ОАО «ВНИИР».

### **Задачами НИОКР в целом являются:**

1. Оценка работоспособности и функциональных характеристик оборудования ОТТ/ОТН и цифровых вторичных устройств в условиях действующего объекта
2. Оценка специфики наладки, испытаний и технического обслуживания оборудования нового поколения, разработка новых требований к эксплуатации
3. Повышение надежности и безопасности работы трансформаторов тока и напряжения на объектах ПАО «РусГидро».

4. Обоснование прогнозных технико-экономических показателей создания систем РЗА и АСУ ТП при применении цифровых технологий согласно МЭК61850-9.2.

5. Разработка рекомендаций по внедрению оптических измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения на филиале ПАО «РусГидро» – «Нижегородская ГЭС».

**В рамках НИОКР выполнены:**

- Анализ существующих проектов внедрения ОТТ и ОТН на объектах энергетики России и мира.
- Разработка проекта комплекса на станции ПАО «РусГидро» - «Нижегородская ГЭС» с соблюдением принципа действия «на сигнал».
- Лабораторные испытания комплекса вторичных устройств на базе RTDS ОАО «НТЦ ЕЭС».
- Лабораторные испытания комплекса оптических трансформаторов тока по подтверждению метрологических характеристик.
- Расширение комплекса (добавлены МП РЗА различных производителей)
- Монтаж, наладка опытно-промышленного образца комплекса, проведение испытаний и опытная эксплуатация.
- Комплексные испытания оборудования и устройств «Цифрового полигона» в расширенной конфигурации. Подведение предварительных результатов работ по НИОКР.
  - Опытная эксплуатация оборудования цифрового полигона.
  - Разработка предварительных рекомендаций по внедрению измерительных комплексов на основе оптических измерительных трансформаторов и дальнейшим исследованиям вторичного оборудования с поддержкой стандарта МЭК 61850-9.2.

В докладе рассмотрены основные результаты выполнения работ по НИОКР:

1. Обзор принятых проектных решений по установке и применению оборудования.

На ОРУ 110 кВ установлены стационарные ОТТ и ОТН, дискретное УСО для сбора информации по оборудованию ячейки выключателя ЭВ 110 кВ 6ГТ, электронные блоки ОТТ и ОТН 110 кВ размещены в помещении релейного зала 110 кВ. На главных и нулевых выводах 6Г применены ОТТ в виде гибких петель. Электронные блоки ОТТ 13,8 кВ, Устройства РЗА и контроллер присоединения размещены на щите системы возбуждения – данное размещение позволяет контролировать работу оборудования в условиях повышенных электрических полей. Цифровые сети организованы на основе кольцевой сети, что позволяет проверить работоспособность оборудования, но не дает возможности оценить резервирование передачи данных.

Базовым оборудованием для цифровых энергообъектов являются интеллектуальные трансформаторы тока и напряжения. При этом трансформатор напряжения является традиционным емкостным делителем с

оцифровкой сигнала в непосредственно на нижней обкладке. На момент проведения натурных испытаний данные ТН использовались только в измерительных целях. Наиболее интересным оборудованием, не имеющего опыта эксплуатации и применения, являются выполненные по инновационным технологиям трансформаторы тока, к которым подключены все виды РЗА генератора и трансформатора.

## 2. Проведенные лабораторные и натурные испытания.

Лабораторные испытания подтвердили работоспособность и характеристики оборудования, однако применение аналогового MU привело к увеличению времени буферизации измеренных сигналов в устройствах РЗА и некорректной фиксацией данных измерений.

## 3. Выводы по результатам испытаний.

Отсутствие САПР для проектирования цифровых сетей, расчета необходимой производительности оборудования, пропускных способностей сетевого коммутаторов.

Выявлены особенности работы оптических трансформаторов тока, связанные с наличием шумов в SV потоках, а также всплесков нашине процессе значений тока, что приводит к срабатыванию устройств РЗА.

Выявлено некорректное поведение некоторых устройств РЗА и ОТТ при нарушениях в сети Ethernet.

Результаты испытаний комплекса показали корректную работу устройств РЗА, АСУ ТП и АИИС КУЭ с выносными УСО по протоколу GOOSE. Применение выносных УСО (DMU) позволяет существенно сократить кабельные связи на станции

4. В настоящий момент оборудование находится в работе, зафиксированы правильные действия РЗА (пуски необходимых функций) при внешних коротких замыканиях. Производится доработка ПО РЗА и АСУ ТП для контроля и анализа работы совместно с РЗА не только трансформаторов тока, но и напряжения (вводятся дистанционные защиты и МТЗ с пуском по напряжению сторон 110 кВ блока).

5. Предварительные рекомендации по доработке основного оборудования и устройств РЗА, выявленные недостатки, которые требуют устранения, и преимущества оборудования при внедрении цифровых технологий и использовании IEC61850.

Необходимость создания рабочей группы по разработке единых технических требований на ОТТ и ОТН, в состав которой должны войти представители всех потребителей оборудования.

Необходимость доработки оборудования и развитие полигона в части совершенствования цифровых сетей для обеспечения полного соответствия стандарту IEC61850/

Необходимость разработки нормативно-технической документации для объектов цифровых технологий.

Рецензент Попов Сергей Григорьевич – (рецензия прилагается).

**Выступили:** Попов С.Г., Осипов В.И., Янин М.А., Большаков В.С., Новиков Н.Л., Моржин Ю.И.

В выступлении руководитель ОРТ ЦПС ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» Попова С.Г. отмечено, что тема «Цифровая ПС» крайне актуальна и особенно интересна для ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», который начал работы по созданию опытного полигона в 2010 году. В рамках проведения НИОКР проводились лабораторные испытания САУ в ОАО «НТЦ ЕЭС» на модели блока (генератор-трансформатор) с использованием тестово-моделирующего комплекса RTDS. В докладе не нашло отражение сравнение результатов испытаний, полученных в лабораторных условиях и при выполнении натурных экспериментов. В целом, выполненная работа соответствует требованиям ТТ, сформулированных Заказчиком для данного НИОКР и оценивается положительно. Рекомендуется продолжить исследования характеристик работы оборудования, выполненного по технологии «Цифровая подстанция» и оценке принятых технических решений. Более глубокие исследования, позволят обосновать отдельные спорные положения в отчетных документах и докладе.

В выступлении главного эксперта Дирекции по управлению проектами ОАО "НТЦ ФСК ЕЭС" Осипова В. И. отмечена проблема обеспечения эксплуатационных характеристик - долговечности и надежности работы чувствительного волоконного элемента, устойчивости к внешним воздействующим факторам, возможность технического обслуживания. Также отмечено, что имеются вопросы по требованиям к электронному оптическому блоку (ЭОБ) - диагностика ЭОБ, сигнализация о неисправностях с передачей информации в АСУ ТП.

В выступлении заместителя научного руководителя ОАО "НТЦ ФСК ЕЭС" Новикова Н.Л. отмечена актуальность и положительная оценка по НИОКР «Разработка рекомендаций по внедрению оптических измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения на филиале ПАО «РусГидро» – «Нижегородская ГЭС». Выявленные недостатки не влияют на качество выполненной работы. В качестве замечания следовало бы указать, что необходимо более чётко сформулировать рекомендации по работе.

**Заслушав представленный доклад и выступления участников заседания, совместное заседание отмечает**

1. Выполненные работы в рамках НИОКР по теме «Разработка рекомендаций по внедрению оптических измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения на филиале ПАО «РусГидро» – «Нижегородская ГЭС» соответствуют техническому заданию.

2. Разработаны предварительные рекомендации по внедрению оптических измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения на филиале ПАО «РусГидро» – «Нижегородская ГЭС».

3. Проведенные работы являются передовыми на действующих энергообъектах и актуальными для оценки работоспособности и эффективности применения цифровых технологий в электроэнергетики.

4. Проведение работ по рассматриваемой теме позволило выявить особенности работы инновационного оборудования в реальных условиях, что необходимо для его доведения и организации промышленного производства.

5. Окончательные рекомендации по применению оптических трансформаторов тока и напряжения возможно определить после окончания опытной эксплуатации.

**Совместное заседание решило:**

1. Одобрить предварительные результаты выполненного НИОКР «Разработка рекомендаций по внедрению оптических измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения на филиале ПАО «РусГидро» – «Нижегородская ГЭС».

2. Рекомендовать расширение цифрового полигона в части устранения выявленных недостатков оптических трансформаторов, организации шины процесса и станционной шины, после чего провести дополнительные натурные испытания в рамках опытной эксплуатации.

3. Рекомендовать разработку окончательного варианта рекомендаций по применению оборудования цифровых технологий на базе IEC61850 при подведении итогов опытной эксплуатации.

4. Рекомендовать создание рабочей группы из представителей основных потребителей оборудования (ПАО «Россети», ОАО «СО ЕЭС», ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «РусГидро», «Росатом», ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» и др.) по разработке и стандартизации единых технических требований к оптическим трансформаторам тока и напряжения на базе IEC61850.

Ученый секретарь НП  
«НТС ЕЭС», к.т.н.

Исамухамедов Я.Ш.

Председатель секции  
«Электротехническое оборудование»  
НП «НТС ЕЭС», д.т.н.

Шакарян Ю.Г.

Ученый секретарь секции  
«Электротехническое оборудование»  
НП «НТС ЕЭС», д.т.н.

Хренников А.Ю.