



УТВЕРЖДЕНО

решением Технического комитета РНК СИГРЭ от 17.03.2014 (протокол № 2).

Председатель Технического комитета

_____ А.Ф. Дьяков

Подкомитет Технического комитета РНК СИГРЭ по тематическому направлению А2 «Трансформаторы»: план работ на 2014 г.

1. Цели, задачи и приоритеты работы на 2014 год

1.1. Целью работы подкомитета РНК СИГРЭ по тематическому направлению А2 «Трансформаторы» является представление интересов России в СИГРЭ, развитие обмена техническими знаниями и развитие взаимодействия с зарубежными коллегами.

1.2. Основные задачи и приоритеты на 2014 год:

- участие в мероприятиях Исследовательского комитета (ИК) А2 «Трансформаторы» СИГРЭ в целях изучения новейшей научно-технической информации и демонстрации отечественных достижений в области электроэнергетики;
- освещение деятельности ИК А2 «Трансформаторы» СИГРЭ среди отечественных специалистов (публикации статей, выступления с докладами и пр.);
- вовлечение отечественных специалистов в работу рабочих групп ИК А2 «Трансформаторы» СИГРЭ;
- привлечение новых членов в РНК СИГРЭ.

2. Перечень планируемых мероприятий на 2014 год

№	Направление деятельности / Мероприятия, виды (формы) работ	Сроки проведения	Отчетные документы
1	Подготовка публикаций по материалам коллоквиума комитетов А2 и С4 СИГРЭ (2013 год) для освещения деятельности СИГРЭ по тематическому направлению А2 «Трансформаторы»	январь – июль 2014	Статьи в журналах

2	Участие в деятельности Рабочей группы А2/С4.52 «Высокочастотные модели трансформаторов для нестандартных форм воздействий» (High-frequency transformer models for non-standard waveforms)	август 2014 – август 2018	Отчет в журнале Electra и Техническая брошюра
3	Участие в 45-й Сессии СИГРЭ в Париже с докладом и работе ИК А2 «Трансформаторы»	25-29 августа 2014	Отчет об участии
4	Подготовка аналитического обзора (отчета) по материалам 45-й Сессии СИГРЭ по тематике комитета А2 «Трансформаторы» и его размещение на сайте РНК СИГРЭ	сентябрь – ноябрь 2014	Отчет по материалам 45-й Сессии СИГРЭ по тематике А2 «Трансформаторы»
5	Участие в 3-м Международном коллоквиуме «Исследования и управление ресурсом трансформаторов» в г. Загреб (Хорватия) с докладом, а также в качестве члена Технического комитета	15-17 октября 2014	Отчет об участии

Представитель РНК СИГРЭ
в исследовательском комитете
А2 «Трансформаторы»,
к.т.н, нач.отдела трансформаторов
ФГУП ВЭИ

В.С. Ларин



Некоммерческое партнерство «Российский национальный комитет Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения» (РНК СИГРЭ)

109074, Россия, г. Москва, Китайгородский проезд, дом 7, стр.3. ОГРН 1037704033817.

ИНН 7704266666 / КПП 770401001. Тел.: +7 (495) 627-85-70. E-mail: cigre@cigre.ru

ОТЧЕТ

представителя России в исследовательском комитете А2 «Трансформаторы»
СИГРЭ об итогах работы за 2013 год

Отчет подготовил:

Ларин Василий Серафимович
к.т.н., представитель РНК СИГРЭ в
исследовательском комитете А2
«Трансформаторы», начальник отдела
трансформаторов ФГУП ВЭИ

Контактные данные:

e-mail: vlarin@vei.ru
Тел: (495) 361-90-69

Дата составления отчета:

04.03.2014

Москва 2014

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели, задачи и приоритеты работы на 2013 год.....	3
2. Участие в международных событиях научно-технического обмена по линии СИГРЭ в 2013 году.....	3
3. Мероприятия в России при поддержке РНК СИГРЭ и другие значимые мероприятия	9
4. Сведения о наиболее значимых достижениях по тематическому направлению А2 в 2013 г.....	9
5. Перечень профильных научно-технических журналов, используемых для освещения деятельности по тематическому направлению.....	10

1. Цели, задачи и приоритеты работы на 2013 год

1.1. Целью работы представителя РНК СИГРЭ в комитете А2 «Трансформаторы» СИГРЭ в 2013 году являлось представление интересов России в СИГРЭ, развитие обмена техническими знаниями и развитие взаимодействия с зарубежными коллегами.

В 2013 году по тематическим направлениям подкомитета А2 РНК СИГРЭ выполнялись следующие задачи:

- участие в мероприятиях ИК А2 «Трансформаторы» СИГРЭ в целях изучения новейшей научно-технической информации и демонстрации отечественных достижений в области электроэнергетики;
- освещение деятельности ИК А2 «Трансформаторы» СИГРЭ среди отечественных специалистов (публикации статей, выступления с докладами и пр.);
- вовлечение отечественных специалистов в работу рабочих групп ИК А2 «Трансформаторы» СИГРЭ.

2. Участие в международных событиях научно-технического обмена по линии СИГРЭ в 2013 году

2.1. Участие в Рабочих группах СИГРЭ

В 2013 году в работе рабочей группы А2-С4.39 «Электрические переходные взаимодействия между трансформатором и электрической системой» (Electrical transient interaction between transformer and power system) принял участие представитель России Д.А. Матвеев (НИУ «МЭИ»). В частности, Д.А.Матвеевым выполнена серия сопоставительных расчетов переходных процессов в обмотках силового трансформатора по разработанной им программе Transformer Transients, результаты которых вошли в соответствующую брошюру рабочей группы А2-С4.39.

В 2013 году начала свою работу новая рабочая группа – А2.48 «Технологии и применение масляных шунтирующих реакторов высокого напряжения» (Technology and utilization of Oil Insulated High Voltage Shunt Reactors). Для представления отечественного опыта и наработок в области шунтирующих реакторов к участию в работе рабочей группы А2.48 были приглашены специалисты профильных предприятий (ОАО «ЭЛУР» и ПАО «ЗТР»), которыми в рамках заседаний рабочей группы в 2013 году были сделаны тематические доклады, отражающие передовой уровень отечественных разработок в области управляемых шунтирующих реакторов.

2.2. Участие в коллоквиумах СИГРЭ

В период с 8 по 14 сентября 2013 года в г. Цюрих, Швейцария на базе Швейцарской высшей технической школы (Swiss Federal Institute of Technology, ETH) прошел совместный коллоквиум Исследовательских Комитетов А2 «Трансформаторы» и С4 «Технические характеристики энергосистем» Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения (СИГРЭ). Официальный сайт коллоквиума: <http://www.cigre2013zurich.org/>

В рамках совместного коллоквиума комитетов А2 и С4 состоялись открытая сессия – доклады приглашенных докладчиков и обычные устные доклады; постер-сессия; практический семинар; закрытые заседания комитетов и рабочих групп; техническая выставка; технические экскурсии.

В работе совместного коллоквиума комитетов А2 и С4 приняли участие представители компаний – производителей трансформаторного оборудования и комплектующих, систем диагностики и мониторинга, представители электроэнергетических компаний, научно-исследовательских и образовательных институтов. Всего было зарегистрировано около 250 участников из 38 стран мира.

От России в совместном коллоквиуме приняли участие Ларин В.С. (ФГУП ВЭИ), Матвеев Д.А. и Жуйков А.В. (НИУ «МЭИ», кафедра ТЭВН) с докладом «Подход к анализу резонансных явлений и перенапряжений при взаимодействии между трансформатором и внешней сетью» (Approach to analysis of resonance phenomena and overvoltages due to interaction between power transformer and external network).

Подробная информация о работе совместного коллоквиума комитетов А2 «Трансформаторы» и SC С4 «Технические характеристики энергосистем» CIGRE и заседании SC А2 CIGRE «Трансформаторы» в г. Цюрих, Швейцария, а также краткое содержание докладов коллоквиума на русском языке представлены в отчете представителя России в ИК А2 СИГРЭ: <http://www.cigre.ru/news/rnk/761/>

2.3. Участие в заседаниях комитета А2 СИГРЭ

12 сентября 2013 г. представителем РНК СИГРЭ в комитете А2 «Трансформаторы» было принято участие в рабочем заседании Исследовательского комитета А2 «Трансформаторы», состоявшемся в рамках совместного коллоквиума А2 и С4, на котором были рассмотрены, в частности, следующие вопросы.

2.3.1. Активность комитета А2 «Трансформаторы» СИГРЭ в 2013 году

Сообщено о завершении работы рабочей группы WG A2.36 «Руководство по процессу закупки трансформаторов» (Guide for Transformer Procurement Process) и выходе в апреле 2013 года трех брошюр:

- брошюра № 528 – «Процесс закупки трансформаторов: Руководство по подготовке спецификации на силовые трансформаторы» (Transformer Procurement Process: Guide to Preparation of Specifications for Power Transformers);

- брошюра № 529 – «Процесс закупки трансформаторов: Руководством по анализу конструкции силовых трансформаторов» (Transformer Procurement Process: Guide to Design Review for Power Transformers);

- брошюра № 530 – «Процесс закупки трансформаторов: Руководством по оценке возможностей изготовителей трансформаторов» (Transformer Procurement Process: Guide to the Assessment of the Capability of a Transformer Manufacturer).

Сообщено о завершении работы рабочей группы WG A2.33 «Практика пожаробезопасности» (Transformer Fire Safety Practices) и выходе в июле 2013 года соответствующей брошюры:

- брошюра № 537 – «Руководство по практике пожаробезопасности» (Guide for Transformer Fire Safety Practices).

2.3.2. Краткие сообщения о работе рабочих групп

2.3.2.1. A2.38 «Тепловое моделирование трансформаторов» (Transformer Thermal modeling).

2.3.2.2. A2.37 «Исследование надежности трансформаторов» (Transformer Reliability Survey).

2.3.2.3. A2.40 «Длительное подавление сульфида меди и оценка риска» (Copper Sulphide Long-Term Mitigation and Risk Assessment).

2.3.2.4. JWG A2/D1.41 «Изоляция трансформаторов для передач постоянного тока высокого напряжения – проводимость масла» (HVDC transformer insulation – Oil conductivity).

2.3.2.5. A2.42 «Транспортирование трансформаторов» (Transformer Transportation).

2.3.2.6. A2.44 «Интеллектуальный мониторинг состояния трансформаторов» (Transformer Intelligent Condition Monitoring)

2.3.2.7. A2.43 «Надежность трансформаторных вводов» (Transformer Bushing Reliability).

2.3.2.8. A2.45 «Исследование повреждений трансформаторов и послеаварийный анализ» (Transformer failure investigation and post-mortem analysis)

2.3.2.9. JWG A2-D1.46 «Практический опыт применения маркеров старения трансформаторов» (Field experience with transformer aging markers)

2.3.2.10. A2-C4.39 «Электрические переходные взаимодействия между трансформатором и электрической системой» (Electrical transient interaction between transformer and power system)

2.3.3. Краткие сообщения о новых рабочих группах, начавших работу в 2013 году

2.3.3.1. A2.48 «Технологии и применение масляных шунтирующих реакторов высокого напряжения» (Technology and utilization of Oil Insulated High Voltage Shunt Reactors).

2.3.3.2. A2.49 «Оценка состояния трансформаторов» (Condition assessment of power transformers).

2.3.3.3. A2.50 «Обратный поток мощности» (Reverse power flow).

Озвучено, что для участия в указанных новых рабочих группах приглашаются заинтересованные эксперты.

2.3.4. Сообщение консультативной группы AG A2.5 «Трансформаторы для сетей ультравысокого напряжения переменного и постоянного тока» (UHV AC & DC transformer)

Сообщено о выходе в 2013 году брошюры № 542 «Координация изоляции для систем ультравысокого напряжения переменного тока» (Insulation coordination for UHV AC system).

2.3.5. Сообщение о деятельности ТК 14 «Силовые трансформаторы» МЭК

В 2013 году вышли в свет новые стандарты МЭК:

- IEC 60076-3 версия 3.0 «Силовые трансформаторы – Часть 3: Уровни изоляции, испытания изоляции и внешние воздушные промежутки» (Power transformers - Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air);

- IEC 60076-14 версия 1.0 «Силовые трансформаторы – Часть 14: Наполненные жидкостью силовые трансформаторы с высокотемпературными изоляционными материалами» (Power transformers - Part 14: Liquid-immersed power transformers using high-temperature insulation materials);

- IEC/TS 60076-19 версия 1.0 «Силовые трансформаторы – Часть 19: Правила для определения неопределенностей в измерениях потерь силовых трансформаторов и реакторов» (Power transformers - Part 19: Rules for the determination of uncertainties in the measurement of losses in power transformers and reactors).

В стадии разработки находятся следующие стандарты МЭК:

- IEC 60076-10 версия 2.0 «Силовые трансформаторы – Часть 10: Определение уровней звука» (Power transformers - Part 10: Determination of sound levels);

- IEC 60076-10-1 версия 2.0 «Силовые трансформаторы – Часть 10-1: Определение уровней звука – Руководство по применению» (Power transformers - Part 10-1: Determination of sound levels - Application guide);

- IEC 60076-15 версия 2.0 «Силовые трансформаторы – Часть 15: Силовые газонаполненные трансформаторы» (Power transformers - Part 15: Gas-filled power transformer);

- IEC 60076-20 версия 1.0 «Силовые трансформаторы – часть 20: Энергоэффективность» (Power transformers - Part 20: Energy efficiency);

- IEC 60076-57-1202 версия 1.0 «Наполненные жидкостью фазоповоротные трансформаторы» (Liquid Immersed Phase Shifting Transformers) – в рамках совместной процедуры разработки стандартов с двойной аббревиатурой IEC/IEEE;

- IEC 61378-3 версия 2.0 «Преобразовательные трансформаторы – Часть 3: Руководство по применению» (Converter transformers - Part 3: Application guide).

В 2013 году инициирована процедура разработки следующих стандартов МЭК:

- IEC 60076-16 версия 2.0 «Силовые трансформаторы – часть 16: Трансформаторы для ветряных турбин» (Power transformers - Part 16: Transformers for wind turbine applications);

- IEC 60076-22-1 версия 1.0 «Составные части силовых трансформаторов и реакторов – Защитные устройства» Power transformer and reactor fittings - Protective devices);

- IEC 60076-22-2 версия 1.0 «Системы охлаждения силовых трансформаторов и реакторов» (Power transformer and reactor cooling equipment);

- IEC 60076-22-3 версия 1.0 «Составные части силовых трансформаторов и реакторов – Вспомогательное оборудование и составные части» (Power transformer and reactor fittings - Accessories and fittings).

2.3.6. Сообщение о деятельности IEEE

В 2013 году вышли в свет следующие новые стандарты IEEE:

- C57.12.52 «Стандарт на герметичные сухие силовые трансформаторы, мощностью 501 кВА и выше, трехфазные с напряжением высшей стороны от 601 до 34500 В и напряжением низшей стороны от 208Y/120 до 4160 В – Общие требования» (Standard for Sealed Dry-Type Power Transformers, 501 kVA and Higher, Three-Phase, with High-Voltage 601 to 34500 Volts, Low-Voltage 208Y/120 to 4160 Volts – General Requirements);

- C57.17 «Стандарт на трансформаторы для дуговых электропечей» (Standard for Arc Furnace Transformers);

- C57.143 «Руководство по применению аппаратуры для мониторинга маслонеполненных трансформаторов и их составных частей» (Guide for Application for Monitoring Equipment to Liquid-Immersed Transformers and Components);

- C57.149 «Руководство по применению и интерпретации результатов частотного анализа реакции маслонеполненных трансформаторов» (Guide for the Application and Interpretation of Frequency Response Analysis for Oil-Immersed Transformers);

- C57.150 «Руководство по транспортировке трансформаторов и реакторов» (Guide for the Transportation of Transformers and Reactors);

- C57.152 «Руководство по диагностическим полевым испытаниям наполненным жидкостью силовых трансформаторов, регулировочных агрегатов и реакторов» (Guide for Diagnostic Field Testing of Fluid Filled Power Transformers, Regulators and Reactors).

Также вышла в свет новая версия стандарта C57.19.100 «Руководство по применению высоковольтных вводов для электрооборудования» (Guide for Application of Power Apparatus Bushings).

2.3.7. Сообщение о деятельности комитета D1 «Материалы и новые методы испытаний».

2.3.8. Сообщение о 45-й сессии СИГРЭ в 2014 году.

2.3.9. Сообщение о коллоквиуме комитета A2 в 2015 году

Следующий коллоквиум комитета A2 «Трансформаторы» запланирован на период с 20 по 25 сентября 2015 года в г. Шанхай, Китай. Сообщено о следующих предварительных предпочтительных темах:

ПТ1 – Оборудование и компоненты для сетей сверх- и ультравысокого напряжения переменного и постоянного тока;

ПТ2 – Технологии для оборудования сетей будущего;

ПТ3 – Лучшее использование существующих систем.

2.3.10. Практический семинар по частичным разрядам

Также в рамках заседания комитета A2 состоялся практический семинар по частичным разрядам, в котором были затронуты вопросы развития стандартов в этой области, применения различных методов регистрации частичных разрядов и проводимые докладчиками научные работы.

3. Мероприятия в России при поддержке РНК СИГРЭ и другие значимые мероприятия

По тематике комитета А2 «Трансформаторы» СИГРЭ в России среди значимых мероприятий следует отметить XVI Международную научно-техническую конференцию «Силовые, распределительные трансформаторы и реакторы. Системы диагностики», организованной Международной Ассоциацией по высоковольтному оборудованию ТРАВЭК, которая проходила в г. Москве 25-26 июня 2013 г.

На этой конференции автором отчета сделан доклад о разработке первого отечественного сухого трансформатора 110 кВ, в котором также были представлены результаты анализа и обобщения материалов сессий, коллоквиумов и публикаций по комитету А2 «Трансформаторы» СИГРЭ за период 2010 – 2012 г.г. в части основных тенденций совершенствования трансформаторов, применения новых материалов и достижений в области применения новых материалов.

4. Сведения о наиболее значимых достижениях по тематическому направлению А2 в 2013 г.

В 2013 году В.С. Ларин осуществлял научное руководство проектом по созданию первого отечественного сухого трансформатора класса напряжения 110 кВ, в рамках которого ФГУП ВЭИ и ЗАО «Группа СВЭЛ» разработали эскизный и технический проекты, рабочую конструкторскую документацию на опытный образец сухого трансформатора 110 кВ мощностью 16 МВА.

Был изготовлен полномасштабный макет фазы сухого трансформатора 110 кВ, состоящий из следующих основных элементов: магнитопровода, обмоток низшего (11 кВ) и высшего напряжения $115/\sqrt{3} = 66,4$ кВ и соответствующей изоляции. Основные размеры и конструкция магнитопровода и обмоток ВН и НН макета фазы отражают основные размеры и конструкцию проектируемого сухого трансформатора 110 кВ, принятые на стадии разработки эскизного проекта. Высота макета – около 3,2 м, ширина – около 3 м, масса электротехнической стали – около 15 т, масса меди – около 1,5 т.

На макете были проведены следующие испытания и проверки:

- 1) Электромагнитные и электрические проверки и измерения по ГОСТ Р 52719.
- 2) Испытания электрической прочности изоляции, включающие испытания изоляции обмотки ВН относительно земли напряжением полного и срезанного грозовых импульсов 325 и 360 кВ и одноминутным переменным напряжением 160 кВ (сниженный уровень изоляции)

3) Тепловые испытания (испытания на нагрев).

Испытания полномасштабного макета подтвердили работоспособность основных технических решений, заложенных в конструкции на стадии проектирования. В настоящее время макет фазы сухого трансформатора 110 кВ дорабатывается с оснащением его регулировочной обмоткой, устройством РПН, высоковольтными вводами и другими узлами с целью проведения доводочных испытаний макета и корректировки рабочей конструкторской документации (при необходимости).

Основные результаты разработки приведены в статье: *Ларин В.С., Светоносков В.П. О разработке сухого трансформатора 110 кВ // Электрические станции. – 2014. – №1. – С.37–42.*

5. Перечень профильных научно-технических журналов, используемых для освещения деятельности по тематическому направлению

В 2013 году с целью освещения деятельности комитета А2 «Трансформаторы» по итогам 44-й сессии СИГРЭ были опубликованы следующие статьи:

- Дробышевский А.А. СИГРЭ. [Исследовательский комитет SC A2 «Трансформаторы»](#) // «Энергия единой сети», № 1(6) за февраль-март 2013 года;
- Ларин В.С. [Вопросы трансформаторостроения на 44-й сессии СИГРЭ](#) // Электричество. – 2013. – № 5. – С. 59–67.

Указанные статьи были размещены на сайте РНК СИГРЭ.

Также В.С.Лариным подготовлен к публикации отчет о 44-й Сессии СИГРЭ в журнале «Энергетика за рубежом» – приложении журнала «Энергетик», № 1 (2), 2014.

По итогам совместного коллоквиума комитетов А2 и С4 СИГРЭ, состоявшегося в г. Цюрих, Швейцария в период с 8 по 14 сентября 2013 года, В.С.Лариным была подготовлена статья в журнал «Электричество», публикация которой предполагается в №№ 5 и 6 за 2014 год.

Также по итогам совместного коллоквиума комитетов А2 и С4 СИГРЭ был подготовлен и размещен на сайте РНК СИГРЭ отчет представителя РНК СИГРЭ:

http://www.cigre.ru/research_commitets/sc_wg/A2/A2_Report_V.S.Larin_Zurich_08-14.09.2013.pdf