



**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
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИНН 7717150757

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Научно-технической
коллегии НП «НТС ЕЭС», д.т.н.,
профессор

Н.Д. Рогалев

«25» ноября 2024 г.

ПРОТОКОЛ

совместного заседания секции «Электротехническое оборудование»
НП «НТС ЕЭС» и НТС АО «Россети Научно-технический центр» по теме:

Разработка токоограничивающего устройства индуктивного типа с магнитным экраном на основе эффекта сверхпроводимости для эксплуатации в электрических сетях мегаполисов, этапы 3.1, 3.2.

от 21 октября 2024 г.

г. Москва

Присутствовали члены НТС очно в 220-й переговорной, посредством видеосвязи и в заочной форме:

ХРЕННИКОВ
Александр Юрьевич

- **Председатель секции «Электротехническое оборудование» НП НТС ЕЭС**, ученый секретарь НТС Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;

ПАНФИЛОВ
Дмитрий Иванович

- **Начальник Департамента НТС и научно-технической информации** - **Научный руководитель АО «Россети Научно-технический центр»;**

ДЕМЕНТЬЕВ
Юрий Александрович

- **Главный научный сотрудник Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;**

- ВОРОТНИЦКИЙ**
Валерий Эдуардович
- Главный научный сотрудник Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;
- МОРЖИН**
Юрий Иванович
- Ведущий научный сотрудник Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;
- СМЕКАЛОВ**
Владимир Валентинович
- Научный сотрудник Управления подстанций Центра электротехнического оборудования АО «Россети Научно-технический центр»;
- СОРОКИН**
Дмитрий Владимирович
- Заместитель научного руководителя Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;
- КУЛИКОВ**
Александр Леонидович
- Заместитель научного руководителя Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;
- СЫТНИКОВ**
Виктор Евгеньевич
- Заместитель научного руководителя Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;
- НОВИКОВ**
Николай Леонтьевич
- Заместитель научного руководителя Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;
- ПОПОВ**
Сергей Григорьевич
- Начальник управления функциональных и сертифицированных испытаний вторичного оборудования энергообъектов Департамента автоматизированных систем АО «Россети

Научно-технический центр»;

СОКУР

Павел Вячеславович

- Ведущий эксперт Отдела преобразовательной техники Управления качеством электроэнергии АО «Россети Научно-технический центр»;

РЯБЧЕНКО

Владимир Николаевич

- Главный технолог Управления перспективного развития электрических сетей АО «Россети Научно-технический центр»;

ТОКАРСКИЙ

Андрей Юрьевич

- Ведущий эксперт Управления перспективного развития электрических сетей АО «Россети Научно-технический центр»;

МАКОКЛЮЕВ

Борис Иванович

- Главный научный сотрудник Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;

РАБИНОВИЧ

Марк Аркадьевич

- Главный научный сотрудник Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;

ДРОБЫШЕВСКИЙ

Александр
Александрович

- Главный эксперт отдела трансформаторного и реакторного оборудования АО «Россети Научно-технический центр»;

ЛАЧУГИН

Владимир Федорович

- Ведущий научный сотрудник Управления организации НТС Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр»;

РУДНЕВ

Николай Сергеевич

- Начальник Управления по проверке качества и разработке оборудования ВЛ и ПС Департамента аттестации оборудования «Россети Научно-технический центр»;

- БРАГУТА**
Максим Валерьевич - Начальник Департамента автоматизированных систем «Россети Научно-технический центр»;
- КАЛИНКИНА**
Маргарита Анатольевна - Заместитель начальника управления – начальник отдела реализации НИОКР Управления энергоэффективных технологий и снижения потерь АО «Россети Научно-технический центр»;
- ЩЕДРИН**
Михаил Борисович - Ведущий эксперт Дирекции интеллектуальной собственности «Россети Научно-технический центр».
- Приглашённые:**
- НОВИКОВ**
Сергей Леонидович - Временно исполняющий обязанности заместителя главного инженера – Руководитель Дирекции инновационного развития ПАО «Россети»;
- ПАЗЮК**
Дмитрий Анатольевич - Главный эксперт Дирекции инновационного развития ПАО «Россети»;
- ГУК** Александр Александрович - Главный эксперт Департамента эксплуатации основного оборудования ПАО «Россети»;
- АФОНИН**
Иван Сергеевич - Заместитель Генерального директора ООО «БО-ЭНЕРГО.АСТС»;
- КЛИМЧУК**
Артём Юрьевич - Руководитель проектов НИОКР ООО «БО-ЭНЕРГО.АСТС»;
- СТЕПАНОВА**
Екатерина Михайловна - Ведущий менеджер проектов НИОКР ООО «БО-ЭНЕРГО.АСТС»;
- ХРАМЦОВ**
Алексей Николаевич - Начальник отдела диагностики службы эксплуатации и диагностики подстанций филиала ПАО «Россети» - МЭС Центра;
- КАРПОВ**
Виктор Николаевич - Начальник отдела испытаний высоковольтных преобразовательных комплексов Управления качества электроэнергии АО «Россети Научно-технический центр»;

ЛЕВАНДОВСКИЙ
Андрей Викторович

- АО «Россети Научно-технический центр».

Слушали:

Доклад Сытникова Виктора Евгеньевича, Заместителя научного руководителя, по замечаниям и предложениям, высказанным на заседании НТС АО «Россети Научно-технический центр» от 13.08.2024 (п.3 раздела «Решили» протокола № 08/НТС/2024) о возможности дальнейшего выполнения НИОКР «Разработка токоограничивающего устройства индуктивного типа с магнитным экраном на основе эффекта сверхпроводимости для эксплуатации в электрических сетях мегаполисов», проблемах выполнения следующих этапов НИОКР - 3.1 «Разработка документации и выбор объекта внедрения» и 3.2 «Разработка технической документации на опытный образец ВТСП ТОУ 110 кВ».

Сведения о выполняемой работе:

Основная цель работы - создание токоограничивающего устройства индуктивного типа с магнитным экраном на основе эффекта сверхпроводимости, включая систему криогенного обеспечения, для эксплуатации в электрических сетях 110 кВ мегаполисов.

Основные задачи работы:

- Разработка конструкции и технологии изготовления элементов сверхпроводящего короткозамкнутого контура магнитного экрана.
- Разработка и изготовление лабораторного образца ВТСП ТОУ индуктивного типа со сверхпроводящим магнитным экраном.
- Проведение испытаний лабораторного образца ВТСП ТОУ индуктивного типа со сверхпроводящим магнитным экраном.
- Доработка короткозамкнутых сверхпроводящих катушек и криостата ВТСП ТОУ по результатам испытаний лабораторного образца.
- Разработка комплекта технической документации для изготовления опытного образца ВТСП ТОУ индуктивного типа 110 кВ с магнитным экраном.
- Разработка магнитопроницаемого криостата для ВТСП ТОУ индуктивного типа с магнитным экраном.
- Разработка системы криогенного обеспечения (СКО) для ВТСП ТОУ индуктивного типа с магнитным экраном.
- Изготовление опытного образца трехфазного ВТСП ТОУ индуктивного типа 110 кВ с магнитным экраном с системой криогенного обеспечения.
- Проведение испытаний опытного образца трехфазного ВТСП ТОУ индуктивного типа 110 кВ с магнитным экраном с системой криогенного обеспечения.

- Разработка эксплуатационной документации на опытный образец ВТСП ТОУ индуктивного типа 110 кВ с магнитным экраном.
- Внедрение опытного образца ВТСП ТОУ индуктивного типа 110 кВ с магнитным экраном в энергосистеме мегаполисов с определением объекта опытно - промышленной эксплуатации.
- Перевод ВТСП ТОУ 110 кВ в опытно-промышленную эксплуатацию.

Задачи этапов 3.1 «Разработка документации и выбор объекта внедрения» и 3.2 «Разработка технической документации на опытный образец 110 кВ»:

- Обоснование выбора объекта внедрения ВТСП ТОУ 110 кВ индуктивного типа с магнитным экраном в ЭС:
 - проведение технико-экономических расчётов;
 - проведение расчетов режимов работы ЭС с применением ВТСП ТОУ 110 кВ на выбранном объекте внедрения;
 - выполнение расчета ТКЗ с применением ВТСП ТОУ 110 кВ на выбранном объекте внедрения.
- Разработка рекомендаций по внедрению ВТСП ТОУ индуктивного типа с магнитным экраном в энергосистемы мегаполисов с указанием мероприятий по разработке методологии расчетов ТКЗ и задании уставок устройств РЗА.
- Подготовка ЗП по модернизации ПС для внедрения ВТСП ТОУ 110 кВ индуктивного типа.
- Подготовка пакета документов для включения титула в ИП Россети.
- Подготовка заключения экспертной комиссии по рассмотрению и оценке результатов этапа Работы.
- Разработка магнитопроницаемого криостата для ВТСП ТОУ 110 кВ индуктивного типа с магнитным экраном.
- Разработка системы криогенного обеспечения для ВТСП ТОУ 110 кВ индуктивного типа с магнитным экраном.
- Разработка Эскизного проекта ВТСП ТОУ 110 кВ индуктивного типа с магнитным экраном.
- Утвержденные Заказчиком Технические требования к опытному образцу ВТСП ТОУ 110 кВ индуктивного типа с магнитным экраном.
- Согласованное с Заказчиком Техническое задание на изготовление опытного образца ВТСП ТОУ 110 кВ индуктивного типа с магнитным экраном.
- Согласованная с Заказчиком Конструкторская документация на изготовление опытного образца ВТСП ТОУ 110 кВ индуктивного типа с магнитным экраном.

- Разработка Программы и методики испытаний опытного образца ВТСП ТОО 110 кВ индуктивного типа с магнитным экраном с системой криогенного обеспечения.
- Подготовка заключения экспертной комиссии по рассмотрению и оценке результатов этапа Работы.

В обсуждении доклада приняли участие: Дементьев Ю.А., Новиков Н.Л., Сытников В.Е., Хренников А.Ю., Лачугин В.Ф., Карпов В.Н.

Отметили:

1. Нормативно-технические требования к токоограничивающим реакторам 110 кВ.

- Величины допустимых перегрузок.

В соответствии с ГОСТ 14794 п.2.73 (в редакции Изм. №3) и СТО 56947007-29.180.04.165-2014 п.4.4. Табл. 4.2) ректоры должны выдерживать следующие аварийные перегрузки:

- 20% - 60 мин.;
- 30% - 45 мин.;
- 40% - 32 мин.;
- 50% - 18 мин.;
- 60% - 5 мин.

- Токи короткого замыкания (КЗ).
- Токи термической устойчивости.

Токи термической устойчивости определяются из значения индуктивного сопротивления реактора и падения напряжения на реакторе при протекании установившегося тока КЗ ($I_{КЗ_уст.}$). Для реактора номинальным сопротивлением 0,28 Ом $I_{КЗ_уст.}$ будет находиться в пределах от 11 до 37 кА. Длительность протекания установившегося тока КЗ – 3 секунды для реакторов с номинальным током до 630 А включительно или 6 секунд для номинального тока свыше 630 А.

Также нормированное значение $I_{КЗ_уст.}$ не может превышать $25 \times I_{ном.}$

- Токи динамической устойчивости.

$I_{уд.} = 2,55 \times I_{КЗ_уст.}$, соответственно для упомянутого реактора значения ударного тока будут в пределах 28-94 кА.

- Испытательные напряжения относительно земли для класса 110 кВ В соответствии с ГОСТ 1516.3-96 испытательные значения составят:
 - напряжение полного грозового импульса – 480 кВ;
 - напряжение промышленной частоты, 1 мин. – 200 кВ.

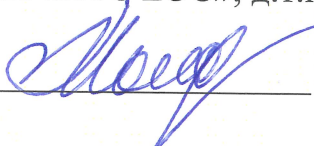
2. На основании вышеуказанных требований на этапах 3.1 и 3.2 НИОКР предусматривается разработка КД опытного образца ВТСП ТОО 110 кВ индуктивного типа с магнитным экраном, а также разработка и изготовление системы криогенного обеспечения для ВТСП ТОО 110 кВ индуктивного типа с магнитным экраном.

Совместное заседание решило:

1. Рекомендовать Заказчику (ПАО «Россети») одобрить работу после выполнения 1 и 2 этапов НИОКР «Разработка токоограничивающего устройства индуктивного типа с магнитным экраном на основе эффекта сверхпроводимости для эксплуатации в электрических сетях мегаполисов», выполняемых по Договору, с учётом раздела «Отметили» настоящего протокола.

2. Рекомендовать Заказчику (ПАО «Россети») рассмотреть вопрос о целесообразности дальнейшего продолжения НИОКР на заседании Технического совета ПАО «Россети».

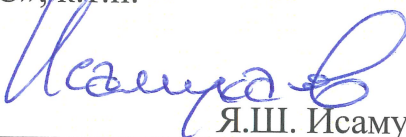
Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор


В.В. Молодюк

Председатель НТС АО «Россети
Научно-технический центр»


Ю.А. Дементьев

Ученый секретарь Научно-
технической коллегии НП «НТС
ЕЭС», к.т.н.


Я.Ш. Исамухамедов

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


А.Ю. Хренников

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


Н.М. Александров