



**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](mailto: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

«01 » апреля 2022 г.

**ПРОТОКОЛ**

заседания секции «Электротехническое оборудование» НП «НТС ЕЭС»

**ПОВЕСТКА ЗАСЕДАНИЯ:**

1. Система мониторинга трансформаторных вводов с RIP-изоляцией под рабочим напряжением.
2. Опыт применения метода ультразвукового неразрушающего контроля при оценке технического состояния опорно-стernевых изоляторов и покрышек выключателей.

17 марта 2022 г.

г. Москва

**Присутствовали в студии, посредством видеосвязи и в заочной форме:**

**Члены секции «Электротехническое оборудование» НП «НТС ЕЭС»:**

**Хренников**

Александр Юрьевич

– Председатель секции, Учёный секретарь НТС АО «НТЦ ФСК ЕЭС Россети»,

**Панфилов**

Дмитрий Иванович

– Научный руководитель АО «НТЦ ФСК ЕЭС Россети»;

**Дементьев**

Юрий Александрович

– Заместитель Председателя секции, Главный научный сотрудник Департамента НТС и научно-технической информации АО «НТЦ ФСК ЕЭС Россети»;

**Ивакин**

Виктор Николаевич

– Директор по науке и инновационным программам ОАО «Электрозвавод»,

**Коновалов** Александр  
Александрович

**Дроздов**  
Николай Владимирович

**Новиков**  
Николай Леонтьевич

**Охрим**  
Александр Николаевич

**Любарский**  
Юрий Яковлевич

**Львов**  
Юрий Николаевич

**Смекалов**  
Владимир Валентинович

**Тимашова**  
Лариса Владимировна

**Сокур**  
Павел Вячеславович

**Антонов**  
Анатолий Викторович

**Крупенин**  
Николай Владимирович

- Зам. Начальника Департамента подстанций ПАО «ФСК ЕЭС Россети»;
- начальник Лаборатории по испытаниям высоковольтных преобразовательных комплексов АО «НТЦ ФСК ЕЭС Россети»;
- Зам. научного руководителя АО «НТЦ ФСК ЕЭС» Россети,
- Начальник Управления электротехнического оборудования Департамента эксплуатации ПАО «РусГидро»,
- **Ученый секретарь секции,**  
Главный научный сотрудник Департамента НТС и научно-технической информации АО «НТЦ ФСК ЕЭС Россети»;
- Главный научный сотрудник Департамента НТС и научно-технической информации АО «НТЦ ФСК ЕЭС» Россети,
- Научный сотрудник Отдела подстанций Центра электротехнического оборудования АО «НТЦ ФСК ЕЭС» Россети;
- Главный научный сотрудник Департамента НТС и научно-технической информации АО «НТЦ ФСК ЕЭС» Россети,
- Заведующий сектором электрических машин Центра качества электроэнергии АО «НТЦ ФСК ЕЭС Россети»;
- Начальник Центра качества электроэнергии АО «НТЦ ФСК ЕЭС Россети»;
- Генеральный директор  
АО НПО «ВЭИ-Электроизоляция»;

- Матинян**  
Александр Маратович
- Начальник отдела разработки АО «НТЦ ФСК ЕЭС»,
- Третьяков**  
Виктор Станиславович
- Зам. начальника отдела проектирования гидрогенераторов АО «Силовые машины»,
- Гусев**  
Юрий Павлович
- Зав. кафедрой «Электрические станции» НИУ МЭИ,
- Горошкевич**  
Богдан Александрович
- Главный эксперт ЦИУС ПАО «Россети»,
- Сульдин**  
Никита Владимирович
- зам. технического директора ТОО «Asia Trafo», г. Шымкент, Казахстан,
- Рыжков**  
Константин Александрович
- Руководитель Дирекции по управлению проектами АО «НТЦ ФСК ЕЭС Россети»;
- Асаинов**  
Данил Нуридинович
- Доцент кафедры «Электрические станции» НИУ «МЭИ»;
- Иванов**  
Александр Сергеевич
- Доцент, кафедры «Электромеханики», НИУ «МЭИ»;
- Новиков**  
Михаил Александрович
- Ст. преподаватель кафедры «Промышленная электроника» НИУ «МЭИ»;
- Султанов**  
Махсуд Мансурович
- директор филиала МЭИ в г. Волжском,
- Курьянов**  
Василий Николаевич
- Заместитель директора филиала НИУ МЭИ в г. Волжском,
- Гигин**  
Василий Яковлевич
- Президиум НП Совет ветеранов ПАО «ФСК ЕЭС»;
- Назаров**  
Илья Александрович
- Начальник отдела подстанций Управления электротехнического оборудования,
- Куликов**  
Александр Леонидович
- Заместитель научного руководителя,

**РЯБЧЕНКО**

Владимир Николаевич

- Главный технолог Отдела анализа и развития инновационных технологий Дирекции по проектированию и реализации инновационных проектов.

**АО «Россети Тюмень»:****Кинаш**

Олег Алексеевич

- Первый заместитель генерального директора – главный инженер АО «Россети Тюмень»,

**Логвиненко**

Дмитрий Петрович

- Заместитель главного инженера по производственной деятельности АО «Россети Тюмень»,

**Дьяков**

Анатолий Васильевич

- Начальник Департамента эксплуатации АО «Россети Тюмень»,

**Карпухин**

Владимир Александрович

- Заместитель начальника Департамента развития и инноваций АО «Россети Тюмень»,

**Идиятуллин**

Ильнур Гамилевич

- Первый заместитель директора – Главный инженер филиала АО «Россети Тюмень» Сургутские электрические сети,

**Буткевич**

Виталий Федотович

- Заместитель главного инженера по эксплуатации филиала АО «Россети Тюмень» Сургутские электрические сети.

**Уразалиев**

Ильяр Бикмухаметович

- Начальник Службы изоляции и защиты от перенапряжений филиала АО «Россети Тюмень» Сургутские электрические сети.

**ХОД ЗАСЕДАНИЯ:****1. По первому вопросу:**

**СЛУШАЛИ:** доклад начальника Службы изоляции и защиты от перенапряжений филиала АО «Россети Тюмень» Сургутские электрические сети Уразалиева Ильяра Бикмухаметовича по вопросу: «Система мониторинга трансформаторных вводов с RIP–изоляцией под рабочим напряжением».

**Основная цель работы:** мониторинг и контроль технического состояния трансформаторных вводов с RIP–изоляцией под рабочим напряжением.

**Основные задачи работы:**

- Постоянный контроль технического состояния трансформаторных вводов с RIP–изоляцией в режиме реального времени.

- Исключение аварийных ситуаций, которые могут возникнуть при повреждении трансформаторных вводов.

### **Актуальность работы. Общие положения.**

Проблема обеспечения надёжной работы высоковольтных вводов является весьма актуальной многие десятилетия.

В большинстве случаев ухудшение электрических параметров вводов происходит не мгновенно и может быть своевременно обнаружено системой непрерывного контроля.

Стандарт организации ПАО «Россети» СТО 34.01-23.1-001-2017 «Объёмы и нормы испытаний электрооборудования» регламентирует контроль изоляции под рабочим напряжением:

Для вводов, контролируемых под напряжением, измерение сопротивления изоляции (п. 29.1), измерение тангенса угла диэлектрических потерь и ёмкости изоляции (п. 29.2), кроме измерения сопротивления изоляции и  $\tg\delta$  зоны СЗ, в эксплуатации может производиться только при получении неудовлетворительных результатов контроля изоляции под рабочим напряжением (п. 29.7).

Предельное значение увеличения ёмкости изоляции составляет 5% значения, измеренного при вводе в работу системы контроля под напряжением.

Главная опасность при непрерывном контроле – это превышение допустимого напряжения между измерительной обкладкой и заземлёнными частями ввода. Такое превышение может возникать вследствие обрыва цепи соединения измерительного вывода с заземляющим устройством или возникновения высокочастотных перенапряжений в сети, что может привести к пробою изоляции между измерительной обкладкой и заземлёнными частями, и соответственно, к повреждению ввода.

Применение новой разработанной Системы мониторинга и контроля технического состояния трансформаторных вводов с RIP-изоляцией под рабочим напряжением позволяет избежать вышеописанных опасностей и угроз.

Техническое решение заключается в следующем: внутри конструкции узла присоединения установить выносной высокочастотный трансформатор тока и подключить его к измерительному выводу ПИН без разрыва цепи заземления.

Данная конструкция в Системе мониторинга является весьма надёжной потому, что измерительный вывод ПИН соединён с заземляющим устройством непосредственно в узле присоединения (под «крышкой» вывода ПИН). Вероятность перенапряжений на измерительном выводе сводится к минимуму, так же как вероятность разрыва цепи заземления вывода ПИН. Почти все элементы цепи заземления сохраняются заводскими.

Разработчики конструкции узла – сотрудники филиала АО «Россети Тюмень» Сургутские электрические сети Буткевич В.Ф., Уразалиев И.Б.

Установка разработанного узла присоединения измерительного вывода была согласована с производителем вводов ООО «Масса» (г. Москва).

## **Возможности онлайн мониторинга и диагностирования**

Суть разработанной Системы заключается в возможности онлайн мониторинга технического состояния объекта под рабочим напряжением, а именно:

- измерение значения тока, протекающего через изоляцию ввода в режиме реального времени;
- измерение рабочего напряжения и частоты сети в режиме реального времени;
- передача результатов измерений на верхний уровень АСУ ЭТО;
- расчёт значения ёмкости ввода по измеренным значениям тока, напряжения и частоты с помощью программного обеспечения;
- сравнение значения ёмкости очередного измерения со значением, измеренным при вводе в работу системы контроля под напряжением с помощью программного обеспечения.

Разработчики Системы мониторинга – Буткевич В.Ф., Уразалиев И.Б., Фирсов Д.М.

## **Эксплуатация системы мониторинга**

Система мониторинга в 2019 г. прошла опытно-промышленную эксплуатацию, и на данный момент контролируются 6 трансформаторных вводов.

В комплектацию Системы вошли нижеследующие приборы и устройства серийного производства:

Многофункциональный измерительный преобразователь параметров электрической сети типа SATEC PM 130P RS5 (выносной высокоточный трансформатор тока), Израиль;

Устройство сбора и передачи информации – коммуникационный контроллер типа Синком IP/DIN, ООО «НТК Интерфейс», г. Екатеринбург;

Программное обеспечение программного технического комплекса «ОИК Диспетчер», ООО «НТК Интерфейс», г. Екатеринбург.

Могут быть применены другие устройства с аналогичными характеристиками.

**ВЫСТУПИЛИ:** Сmekалов В.В., Буткевич В.Ф., Кирюхин П.В., Пилогин А.В., Хренников А.Ю., Дементьев Ю.А., Дробышевский А.А., Куликов А. Л., Курьянов В.Н.

## **Положительное экспертное заключение:**

Научно-технический совет ПАО «Россети», секция «Технологии и оборудование подстанций» (2019 г.) – руководитель секции Заместитель Генерального директора АО «НПО ВЭИ Электроизоляция» В. Н. Вариводов, (протокол от 12.12.2019 № 2/26);

## **ОТМЕТИЛИ:**

1. Актуальность и значимость работы – нужны простые и надёжные средства контроля высоковольтных вводов с RIP-изоляцией под рабочим напряжением.

2. Проведенная работа является актуальной, выполнена на хорошем уровне. Предлагаемое техническое решение позволяет повысить надежность работы трансформаторных вводов.

3. Достоверность представленных результатов подтверждается экспериментальной апробацией разработанной Системы, которая позволяет выявлять развивающиеся дефекты.

4. Выполненная работа обладает несомненными технико-экономическими достоинствами, поскольку для измерений используются эксплуатируемое оборудование (многофункциональный измерительный преобразователь параметров электрической сети с выносным трансформатором тока) и выходы сигналов с существующего оборудования (устройство сбора и передачи информации, система диспетчерского управления и сбора данных). Продемонстрирована структурная схема информационных цепей Системы мониторинга. Полученные измеренные данные выведены на автоматизированное рабочее места (компьютер) оперативного персонала (диспетчера).

5. Данное техническое решение запатентовано:

- Устройство для контроля состояния изоляции высоковольтного ввода (патент на полезную модель № 195641 от 03.02.2020 г., патентообладатель АО «Россети Тюмень», авторы – Буткевич В.Ф., Уразалиев И.Б.);
- Способ контроля изоляции высоковольтного ввода (патент на изобретение №2730391 от 21.08.2020 г., патентообладатель – АО «Россети Тюмень», авторы – Буткевич В.Ф., Уразалиев И.Б.).

6. Система мониторинга является средством индикации, и не внесена в Государственный реестр как средство измерения.

7. Контроль состояния вводов онлайн не отменяет необходимость проведения плановых диагностических мероприятий по измерению  $t_{gb}$  и емкости в процессе эксплуатации с заданной НТД периодичностью.

8. В 2019-2020 гг. Система онлайн мониторинга прошла опытно-промышленную эксплуатацию и на данный момент установлена на 6 трансформаторных вводах в зоне ответственности филиала Сургутские электрические сети.

9. Для контроля технического состояния высоковольтных вводов разных заводов производителей (периодов выпуска, типов вводов) необходима разработка узла присоединения измерительного вывода к конкретной модели ввода.

### **РЕШИЛИ:**

1. Одобрить разработанный способ контроля изоляции высоковольтных вводов под рабочим напряжением.

2. При массовом производстве Системы мониторинга вводов с RIP(RIN)-изоляцией под рабочим напряжением рекомендовать дальнейшее проведение работ в части проработки возможности массового изготовления преобразователей с выносным трансформатором тока отечественного производства, получения сертификата реестра средства измерения с последующей аттестацией в ПАО «Россети».

3. В случае принятия решения о массовом применении данной Системы мониторинга на объектах ПАО «Россети» и его дочерних Обществ, рекомендовать производителю данной системы обратиться в ООО «Масса» (Завод «Изолятор») с предложением о разработке и изготовлении устройства узла присоединения измерительного вывода для вводов с RIP(RIN)-изоляцией отдельно для каждой конкретной модели (конструкции, года выпуска). По требованию Заказчика предлагать разработанное устройство как дополнительную опцию в комплекте ввода.

4. Отметить целесообразность применения подобных простых и одновременно эффективных Систем мониторинга на объектах ПАО «Россети» и его дочерних Обществ.

## **2. По второму вопросу:**

**СЛУШАЛИ:** доклад начальника Службы изоляции и защиты от перенапряжений филиала АО «Россети Тюмень» Сургутские электрические сети Уразалиева Ильяра Бикмухаметовича по вопросу: «Опыт применения метода ультразвукового неразрушающего контроля при оценке технического состояния опорно-стержневых изоляторов и покрышек выключателей».

**Основная цель работы** – оценка эксплуатационной надёжности изоляционных конструкций электроустановок, выполненных из электротехнического фарфора.

### **Основные задачи работы:**

- Постоянный контроль (входной, эксплуатационный) технического состояния опорно-стержневых изоляторов и покрышек высоковольтных выключателей методом ультразвукового неразрушающего контроля.
- Исключение аварийных ситуаций, которые могут возникнуть при разрушении опорно-стержневых изоляторов и покрышек выключателей.

### **Актуальность. Проблемы эксплуатации и методы контроля.**

Для обеспечения безаварийной работы электроустановок, выполненных с применением электротехнического фарфора, необходимо иметь объективную оценку их механического состояния. Надёжность работы разъединителей и высоковольтных выключателей в большой степени зависит от качества опорно-стержневых изоляторов и фарфоровых покрышек.

Повреждаемость разъединителей и выключателей из-за поломок изоляторов, т.е. нарушения механической прочности, как результат развития

внутреннего дефекта, остаётся высокой, а по мере старения изоляторов вероятность их выхода из строя увеличивается.

Для контроля состояния фарфоровой изоляции разработаны и применяются более десяти методов диагностики, таких как:

- ультразвуковой неразрушающий контроль;
- метод регистрации сигналов акустической эмиссии;
- вибрационный метод;
- метод сквозного прозвучивания;
- метод основанный на выявлении коронного и частичных разрядов и т.д.

### **Результаты контроля опорно-стержневых изоляторов**

Диагностирование опорно-стержневых изоляторов методом УЗНК возможно производить на месте установки, в смонтированном состоянии (разъединители, отделители, шинные мосты и т.д.) при выведенном оборудовании в ремонт, так и в виде одиночных изделий вне электроустановок. В период с 2009 по 2018 года в филиале АО «Россети Тюмень» Сургутские электрические сети было обследовано 2493 изолятора, из которых заменено около 20% от общего количества, в эксплуатации были оставлены изоляторы, отнесённые к первому и второму сортам.

За тот же период в филиале проведён УЗНК вновь приобретённых или находящихся в резерве 908 опорно-стержневых изоляторов разных производителей.

По результатам проведённого входного контроля изоляторов, разных производителей, к третьему сорту были отнесены 7 штук, и 234 присвоен второй сорт.

### **Оценка качества изоляторов ИСО-110-400**

Была проведена работа по оценке качества изоляторов типа ИОС-110-400 разных производителей. Обследование производилось работниками филиала совместно со специалистами ООО «Центр испытаний высоковольтного оборудования и материалов» (г. Санкт-Петербург) на испытательной площадке одного из заводов изготовителей высоковольтных изоляторов.

Схема проведения испытаний изоляторов:

- ультразвуковой неразрушающий контроль;
- испытания на термоудар и на изгиб;
- испытания на удар свободнопадающим грузом;
- химический анализ;
- рентгенофазовый анализ;
- определение кажущейся плотности и пористости;
- фуксиновая проба под давлением;
- измерение скорости в «аксиальной» направлении.

Для проведения комплексного обследования было отобрано 10 изоляторов. В 6 изделиях, при проведении ультразвукового неразрушающего контроля в верхних и нижних «опасных» сечениях, т.е. областью между краем

фланца и первым ребром изолятора, были выявлены неоднородности (трещины, полости, включения и т.д.).

В связи с тем, что ГОСТ 26093-84 «Изоляторы керамические. Методы испытаний» (далее - ГОСТ 26093-84) регламентирует проведение УЗНК в «аксиальном» направлении, т.е. с торцевой поверхности изолятора, был выбран один изолятор фланцы которого были удалены и проведено прозвучивание как с боковой поверхности нижнего «опасного» сечения изолятора, так и с торцевой.

В области, предсказанной по результатам измерений, выявлен дефект, а именно, полость в виде трещины, в соответствии с требованиями ГОСТ 26093-84 данный изолятор считается «не выдержавшим испытания».

Для оценки качества изоляторов, были проведены механические испытания, а именно:

- термоудар, т.е. резкое изменение температуры путём погружения изоляторов в ванны с холодной и с горячей водой;
- «на изгиб», т.е. приложением изгибающей нагрузки к верхнему фланцу, при закреплённом нижнем, в четырёх направлениях;
- удар свободнопадающим грузом, т.е. горизонтально закреплённые за нижний фланец изоляторы подвергаются воздействию одиночного удара по верхнему фланцу свободно падающим грузом.

Следует отметить, что все изоляторы продемонстрировали заявленную механическую прочность, соответствующую требованиям ГОСТ 26093-84, но наличие внутренних трещин не позволяет часть из них отнести к категории пригодной к эксплуатации из-за возможности развития дефектов в процессе эксплуатации.

При проведении ультразвуковой структурометрии некоторых изоляторов было обращено внимание на граничные скорости распространения ультразвуковых колебаний для изоляторов «130» подгруппы, заявленной в заводской документации. В связи с этим, для определения состава применяемой фарфоровой массы, в специализированных лабораториях были проведены химический анализ образцов фарфора и определение кажущейся плотности и пористости.

Результаты химического анализа показали, что представленная фарфоровая деталь не может быть отнесена к подгруппе «130», а соответствует требованиям ГОСТ 20419-83 для глинозёмистого электротехнического фарфора подгруппы «120». Аналогичные выводы были сделаны при определении кажущейся плотности и пористости.

**ВЫСТУПИЛИ:** Сmekалов В.В., Буткевич В.Ф., Дементьев Ю.А., Хренников А.Ю., Новиков Н.Л., Куликов А.Л.

#### **Положительное экспертное заключение:**

Технический совет ПАО «Россети» – председатель Первый заместитель Генерального директора – Главный инженер А.В. Майоров, (протокол от 24.03.2021 г. №1ТС/2021);

## **ОТМЕТИЛИ:**

1. Проведенная работа является актуальной, выполнена на хорошем уровне. Рассматриваемый метод позволяет повысить надежность работы разъединителей, выключателей.
2. В филиале АО «Россети Тюмень» Сургутские электрические сети для контроля состояния опорно-стержневых изоляторов, покрышек маломасляных выключателей применяется ультразвуковой неразрушающий контроль (далее – УЗНК).
3. УЗНК позволяет выявлять дефекты в фарфоровых изоляторах, возникающие в процессе эксплуатации и при нарушении технологии изготовления изоляторов (трещины, полости, макроскопическая/микроскопическая пористость и т.д.). Указанные дефекты могут быть выявлены с помощью ультразвуковой дефектометрии. С помощью ультразвуковой структурометрии фактически определяется качество изготовления ОСИ, выявляются нарушения состава фарфоровой массы, наличие микроскопической пористости.
4. Диагностирование опорно-стержневых изоляторов методом УЗНК производится на месте установки, в смонтированном состоянии при выведенном оборудовании в ремонт – или одиночных изделий вне электроустановок.
5. Представлены некоторые статистические данные результатов обследования в процессе эксплуатации и при входном контроле фарфоровых изделий.
6. Проведено комплексное обследование опорно-стержневых изоляторов разных заводов производителей. В целях подтверждения полученных неудовлетворительных результатах измерений, в том числе выявленных дефектов, выполнено вскрытие изоляторов и осмотр их составных частей.
7. Представлены результаты проведённой работы 2017 года по оценке качества изоляторов типа ИОС-110-400 разных производителей. Обследование производилось работниками филиала совместно с специалистами ООО «ЦИВОМ» (г. Санкт-Петербург) на испытательной площадке одного из заводов изготовителей высоковольтных изоляторов.
8. В результате УЗНК фарфоровых опорно-стержневых изоляторов и покрышек маломасляных выключателей 110кВ выполненных на объектах филиала, была сформирована база данных обследования. Что в дальнейшем помогло нам произвести правильную оценку состояния изделий различных типов и заводов-изготовителей фарфора, учитывая особенности технологии изготовления, применяемой на заводе в конкретный период.
9. Представлены образцы покрышек китайского производства выключателя типа ВМТ, имеющие дефекты в виде трещин в верхней части изолятора. При проведении ультразвуковой структурометрии новых покрышек выявлено что, скорости распространения продольных ультразвуковых колебаний в «опасных» сечениях имеют низкие значения (от 5980 до 6020 м/с). Данные значения указывают на то, что покрышки, предоставленные

производителем изготовлены из «материала подгруппы 110», а не из 130 заявленной в документации, т.е. с низкой механической прочностью. Проведен химический анализ образцов фарфора.

10. Проведён анализ причин разрушения маломасляного выключателя 110кВ типа ВМТ (покрышка PWME-110 «M» INDIA) и элегазового выключателя 500кВ типа ЗАР2F1550 (производства Siemens).

### **РЕШИЛИ:**

1. Одобрить и подтвердить актуальность методики ультразвукового неразрушающего контроля при оценке технического состояния опорно-стержневых изоляторов и покрышек выключателей, применяемой специалистами филиала АО «Россети Тюмень» Сургутские электрические сети.

2. Рекомендовать внести предложение по дополнению в Межгосударственный стандарт ГОСТ 26093-83 «Изоляторы керамические. Методы испытаний» и Национальный стандарт РФ ГОСТ 52034-2008 «Изоляторы керамические опорные на напряжение свыше 1000В» в части регламентации проведения ультразвуковой дефектометрии опорно-стержневых изоляторов с боковых поверхностей верхних и нижних опасных сечений изолятора в радиальном направлении.

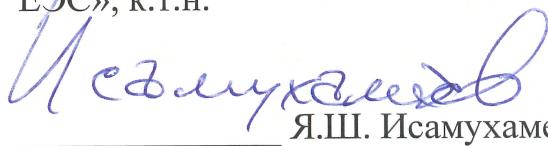
3. Рекомендовать внести в Национальный стандарт РФ ГОСТ 52034-2008 «Изоляторы керамические опорные на напряжение свыше 1000В» дополнительное требование по использованию электротехнического керамического материала не ниже подгруппы 130 по ГОСТ 20419 «Материалы керамические электротехнические. Классификация и технические требования» для изготовления покрышек и изоляторов на классы напряжения 110 кВ и выше.

4. Отметить целесообразность применения ультразвукового неразрушающего контроля на объектах ПАО «Россети» и его дочерних Обществ.

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

 **V.B. Молодюк**

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.



**Ю.Я. Любарский**