



Национальный  
исследовательский комитет  
D1 РНК СИГРЭ  
«Материалы и разработка новых  
методов испытаний и средств  
диагностики»

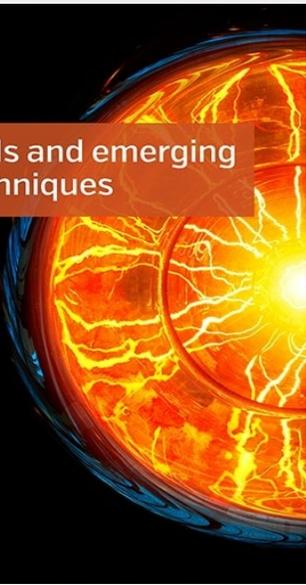


# Основные направления мониторинга, диагностики и испытаний электротехнического оборудования по итогам 47-й Сессии СИГРЭ

А.З. Славинский, д.т.н., Руководитель  
НИК D1 РНК СИГРЭ,  
Представитель от РФ в ИК D1,  
Генеральный директор ООО «Изолятор»  
(компания «Изолятор» - ООО «Масса»)

# D1

## Materials and emerging test techniques



# Исследовательский комитет SC D1

Интернет информация: сайт SC: [d1.cigre.org](http://d1.cigre.org)

Веб-сайт SC содержит самую актуальную информацию о ИК D1.

ИК D1 имеет систему управления знаниями CIGRE (KMS) [cigre.org/display/SCD1/Study+Committee+D1+Home](http://cigre.org/display/SCD1/Study+Committee+D1+Home)



Dashboard  
User Admin

Suchen

Study Committee D1 Home

Erstellt von Gary Williams, zuletzt geändert von Johannes SELZER am Jun 03, 2018

**Mission**

To facilitate and promote the progress of engineering and the international exchange of in-formation and knowledge in the field of materials and emerging test techniques. To add value to the information and knowledge by means of synthesizing state-of-the-art practices and developing recommendations.

**Scope**

The activities of CIGRE Study Committee D1 concern the monitoring and evaluation of:

- new and existing material for electrotechnology,
- diagnostic techniques and related knowledge rules,
- emerging test techniques which may be expected to have a significant impact on power systems in the medium to long term,
- support of other study committees in their analysis of recently introduced and developing materials, emerging test techniques and diagnostic techniques

Said activities are focused mainly on transmission and distribution but emerging generation technologies will also be specifically considered. Within this scope the work of the Study Committee is principally scientific in nature and has as its main aim the provision of timely information on new developments and trends in the field of materials and emerging test techniques to other CIGRE Study Committees.

Through its work the Study Committee strives to keep CIGRE fully aware of the evolution of materials and emerging testing techniques relevant to its activities.

The co-ordination of SC D1 work overlaps that of other study committees. SC D1 will strive for good communication and co-operation, the co-ordination of all activities, and, where appropriate, joint activities. Such interactions will extend to all study committees.

Diese Site wird mit einer kostenlosen **Atlassian Confluence Community Lizenz** betrieben, die CIGRE geschenkt wurde. Confluence heißt testen.

Gebauert von Atlassian Confluence 5.8.16, der Kollaborationssoftware für Teams · Fehler/Anregungen · Atlassian-News

### The world's foremost power system knowledge development programme

CIGRE operates the world's foremost power system knowledge development programme of work. At its foundation is CIGRE's unique structure and the wide spectrum of domains covered.

**A strategic response to challenges**

The CIGRE Knowledge programme is driven by key strategic themes defined by the experts of the CIGRE leadership, with the input of the community. These are based around the key drivers affecting the industry and are updated as strategic changes occur.

**16 Domains of work**

Strategic themes are fed into 16 consistent domains of work, each led by a dedicated Study Committee. The domains are broadly grouped by four key global power system areas – equipment, technologies, systems, new materials and IT.

**Working Groups and outcomes**

At the heart of CIGRE's programme is its community and 59 National Committees (NCs). These organisations nominate local professionals to participate across the knowledge programme,

including in the 250+ Working Groups that collaborate and study specific areas within the 16 domains of work. Around 40 new Working Groups are formed every year to look at emerging challenges of the power system. All Working Groups ultimately produce a comprehensive technical publication, referred to as a "Technical Brochure", accessible to everyone.

**A unique approach**

CIGRE's uniquely dispersed but centrally coordinated way of working offers an integrated knowledge programme that accounts for the global drivers changing the power system, while ensuring that these are connected with the NCA's real world, local situations.

This unique global-local configuration means the outcomes of CIGRE work are both globally relevant at the same time as being highly beneficial at the local level.

**At a glance**

- 4 key strategic themes
- 16 consistent domains
- 250+ Working Groups and growing

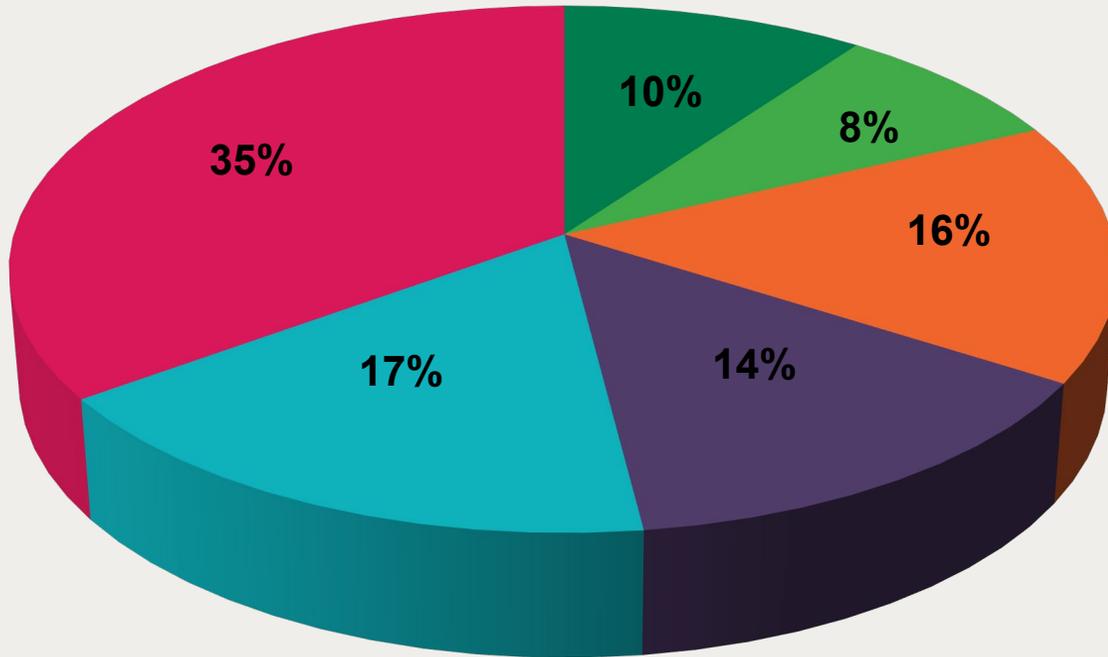
For more on CIGRE's unique structure and 16 domains watch the short video or download the info wallet

- Welcome
- Global community
- Knowledge programme structure
- Knowledge programme events
- Authoritative publications
- Connecting power system people
- Membership value
- Enquire / Join



# Исследовательский комитет (SC) D1

## Географическое распределение мероприятий

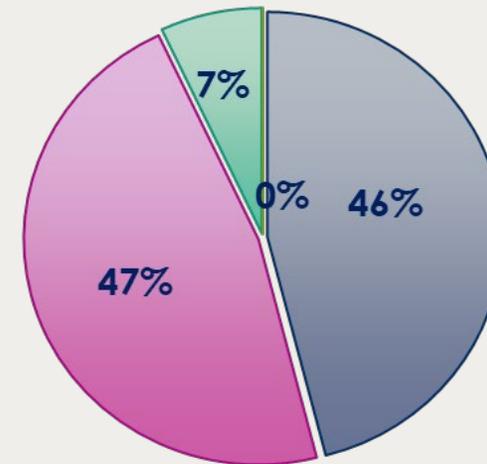


- Африка
- Азия
- Южная Америка
- Океания
- Северная Америка
- Европа

## Техническое направление:

- электроизоляционные материалы для электротехники (12 РГ)
- новые и возникающие методы испытаний (6 РГ)
- диагностические методы и связанные с ними правила научных исследований (7 РГ)

## Стратегическое направление деятельности

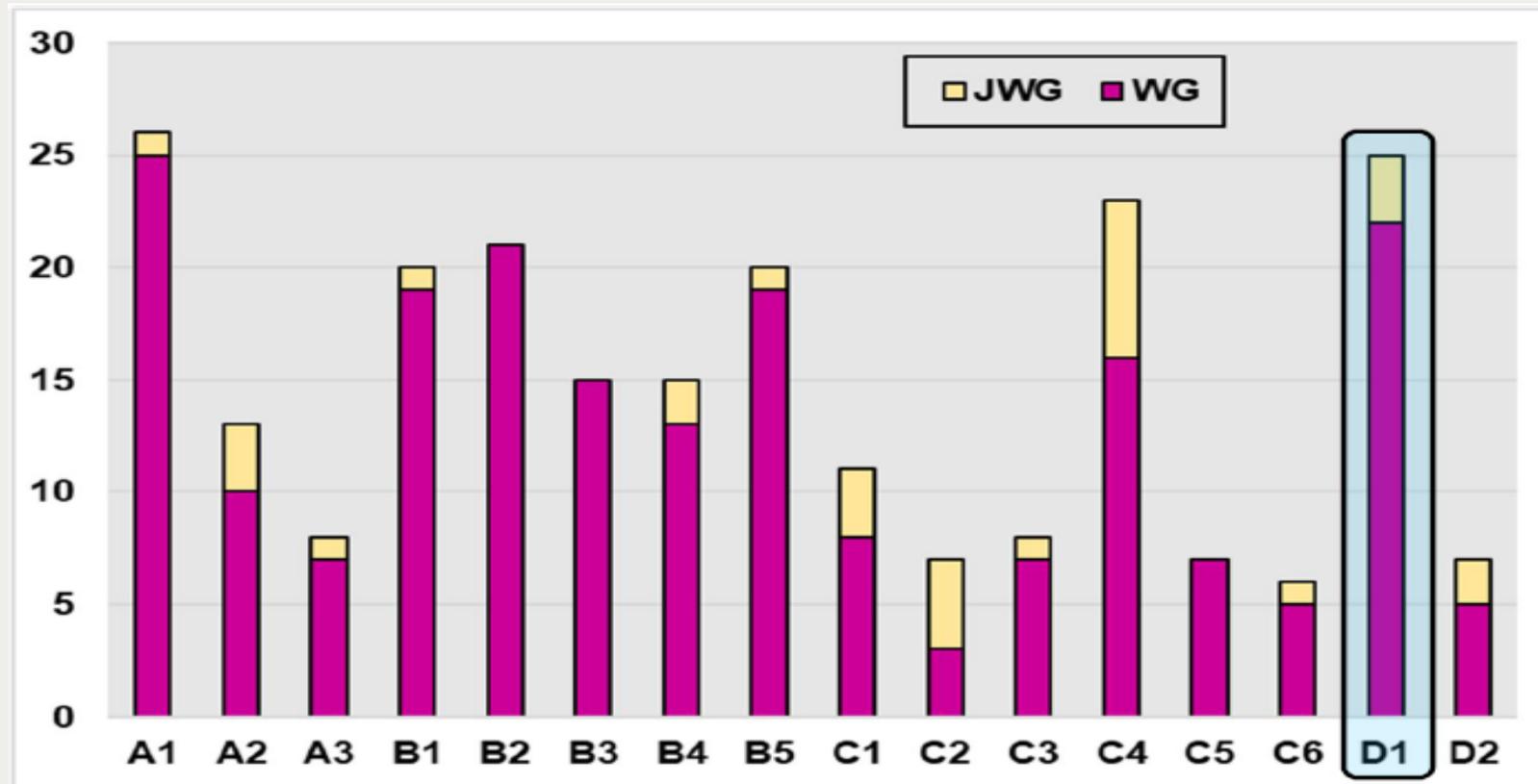


- SD 1: Сети в будущем
- SD 2: Существующие системы
- SD 3: Окружающая среда
- SD 4: Связь

# Исследовательский комитет (SC) D1

SCs	WG	JWG	Total
All	202	30	232

## Распределение рабочих групп по Исследовательским комитетам



## Исследовательский комитет (SC) D1

### Сведения о группах, открытых для участия:

- 1) РГ D1.74 «Измерение частичных разрядов в системах изоляции в силовой электронике высокого напряжения», период работы: 1-ый квартал 2019 года - 2-ой квартал 2022г.;
- 2) РГ D1.72 «Испытание сопротивления материала на поверхности под постоянным током», период работы: июнь 2018 - 2021 год;
- 3) РГ D1.73 «Многофункциональность наноструктурированных диэлектриков на службе электроэнергетики», период работы: май 2018 - май 2021г.;
- 4) РГ D1.71 «Понимание и уменьшение коррозии», период работы: июль 2017 - 2018 год;
- 5) РГ D1.70 «Функциональные свойства современных изоляционных жидкостей для транс-форматоров и аналогичного электрооборудования» период работы 2018- 2021 г.
- 6) РГ D1.69 «Руководство по методике испытаний систем высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП)», период работы: I квартал 2017 года - 2020 год;
- 7) РГ D1.68 «Природные и синтетические сложные эфиры. Оценка эффективности при пожаре и воздействии на окружающую среду», период работы: январь 2017 - 2020 год;
- 8) РГ D1.67 «Диэлектрические характеристики новых не-SF6 газов и газовых смесей для систем с газовой изоляцией», период работы: 2017 год - 2020 год;
- 9) РГ D1.66 «Требования к системам контроля частичных разрядов для систем с газовой изоляцией», период работы: 2016 год - 2019 год;
- 10) РГ D1.65 «Механические свойства изоляционных материалов и изолированных проводников для силовых трансформаторов с масляной изоляцией», период работы: 2016 год - 2019 год;
- 11) РГ D1.64 «Системы электроизоляции при криогенных температурах», период работы: 2016 год - 2019 год;

## Исследовательский комитет (SC) D1

26-31 августа 2018 г. в парижском Дворце Конгрессов (Palais des Congres) прошло крупнейшее международное мероприятие в области энергосистем — 47-ая Сессия СИГРЭ



**ПТ1: Системы изоляции HVDC**  
**ПТ2: Материалы и старение**  
**ПТ3: Испытания мониторинг и диагностика**



В докладах на 47-й сессии СИГРЭ по ИК D1 было представлено 40 докладов по ключевым направлениям :



# Обзор докладов по Исследовательскому Комитету D1 ПТ1

## Опыт в области диэлектрических испытаний КРУЭ HVDC



**Рис.1 Система изоляции постоянного тока: испытательная установка (слева) и подключение импульсного напряжения во втором испытательном зале (справа)**

**Рис. 2 Испытательная установка для измерения поверхностного потенциала изоляторов в GIS**

# Обзор докладов по Исследовательскому Комитету D1 ПТ1

Опыт влияния пространственного заряда в процессе проектирования будущей GIS HV DC

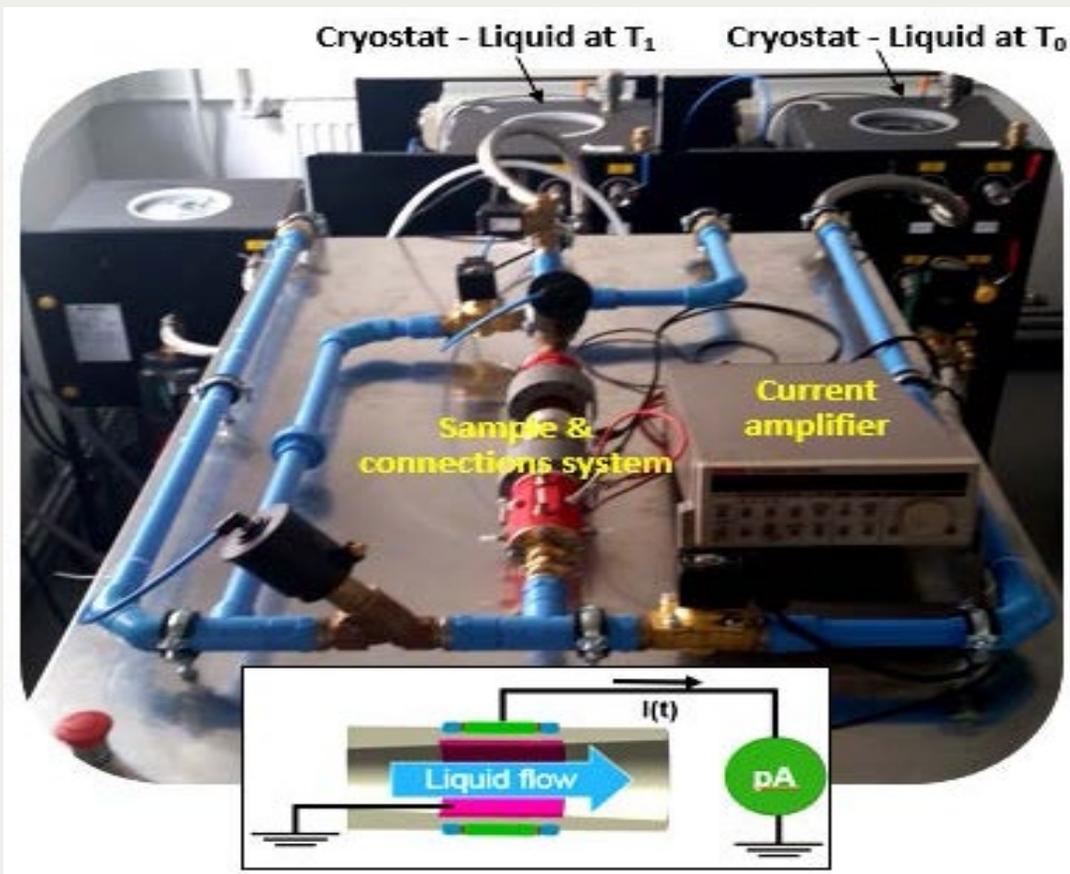


Рис. 3 Экспериментальный стенд TSM

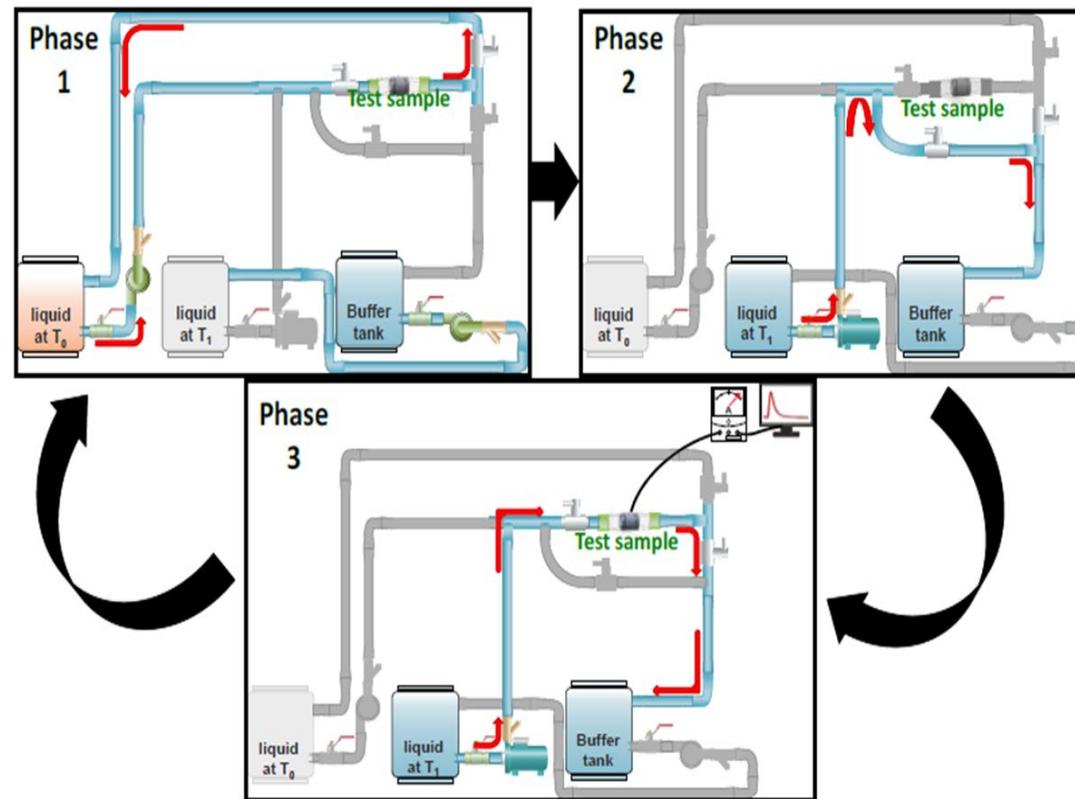


Рис. 4 Полный цикл измерений с использованием экспериментального стенда TSM

# Материалы с уменьшенным воздействием на окружающую среду ПТ1, ПТ2



Рис.5 Демонстрация электрической комнаты с периметром безопасности вокруг электрического распределительного устройства при обнаружении утечки газа



Рис.7 Фотография оборудования для отбора проб газа, используемого для дистанционного и автоматического получения образцов газа во время испытаний на короткое замыкание

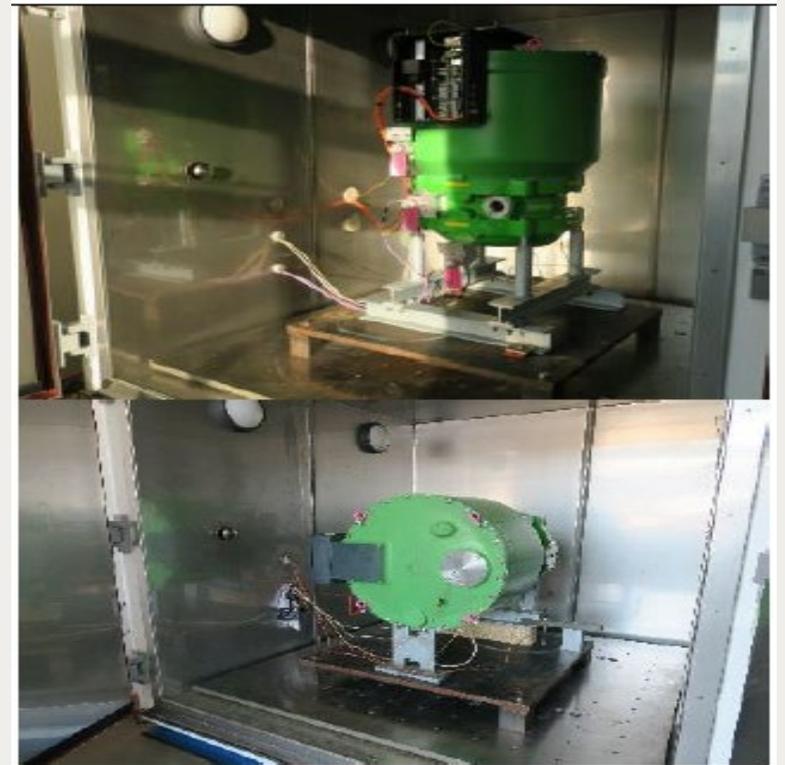


Рис.6 Испытательный объект в климатической камере в горизонтальном и вертикальном положении

## Качество трансформаторных жидкостей, как традиционных, так и с добавлением наночастиц ПТ1



Рис.8 (слева) испытательная установка, используемая для измерения ЧР, (справа) Испытательная ячейка (IEC TR61294), изготовленная в соответствии со стандартными требованиями

## Качество клеев для зажимных систем в трансформаторах ПТ 2

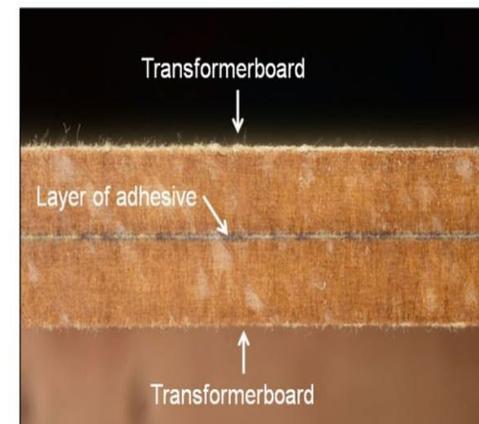


Рис.9 а) материал на основе целлюлозы, который используется в трансформаторе

б) фотография связанного трансформаторного картона

# Непрерывная корректировка показателей риска и исправности оборудования ПТ2

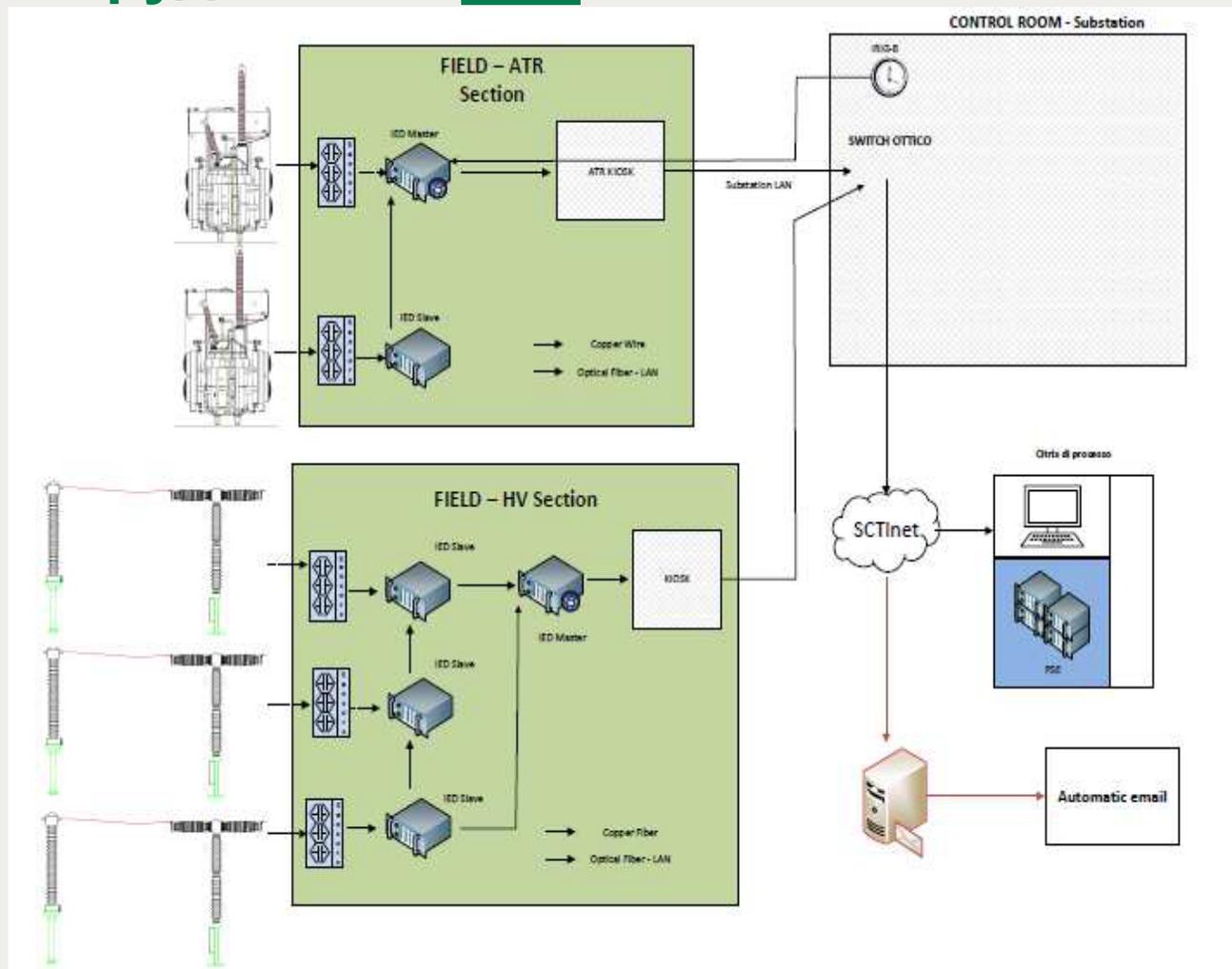


Рис.10 SMOAT архитектура (системы мониторинга высокого напряжения на итальянском языке)

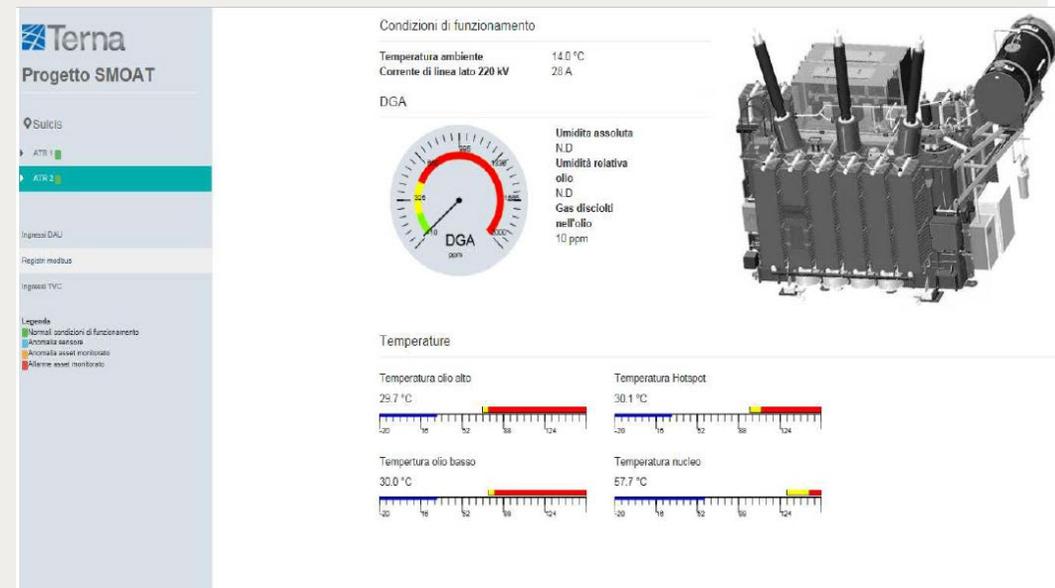


Рис.11 Главная страница он-лайн мониторинга автотрансформатора

# Непрерывная корректировка показателей риска и исправности оборудования ПТЗ:

на основе зависимости нагрузки от содержания воды в масле

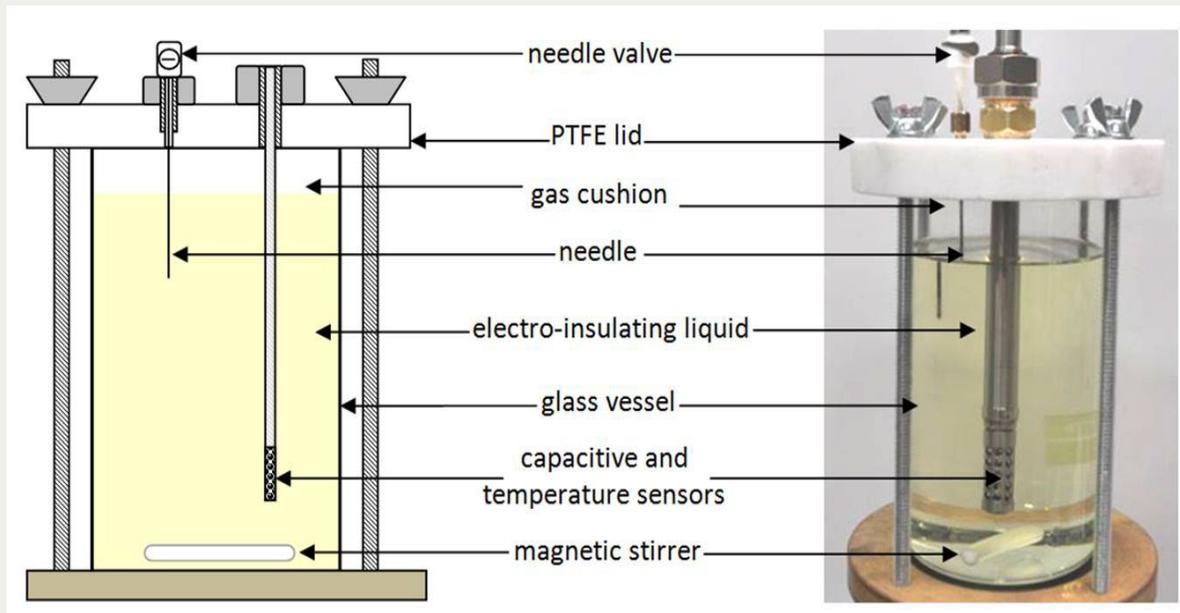
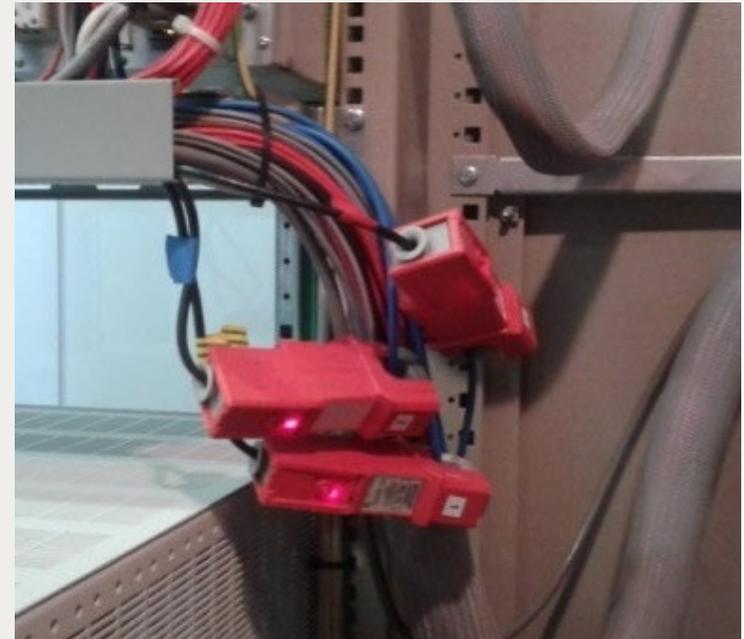
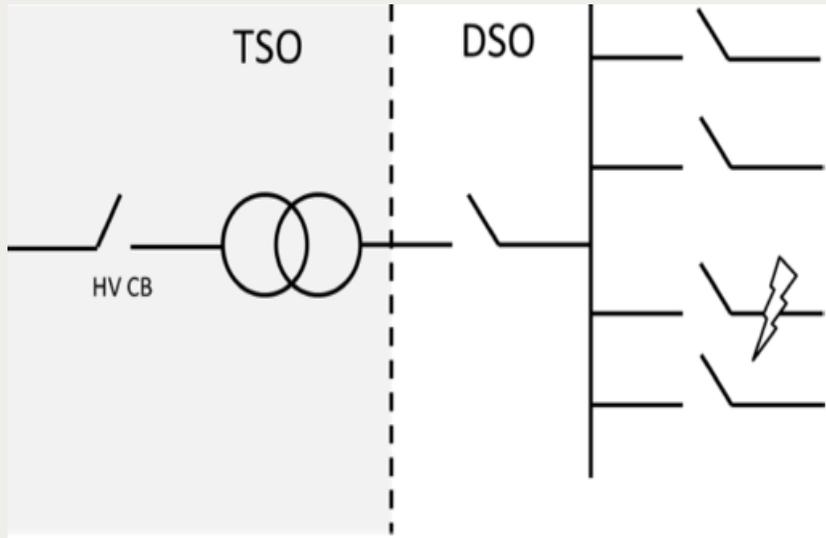


Рис. 12 Эскиз и фотография специальной испытательной ячейки для проведения измерений коэффициента насыщения влаги изоляции в состоянии равновесия



Рис.13 Экспериментальная установка для проведения измерения в переходном / квазиравновесном состоянии

# Непрерывная корректировка показателей риска и исправности оборудования ПТЗ: по переходным явлениям в случае КЗ



**Рис. 14** Типичная конфигурация HV / MV. Отказы на стороне среднего напряжения вызывают большие токи на стороне высокого напряжения, но сообщаются в TSO, только если HVCB открывает

# Испытания на загрязнение ПТЗ

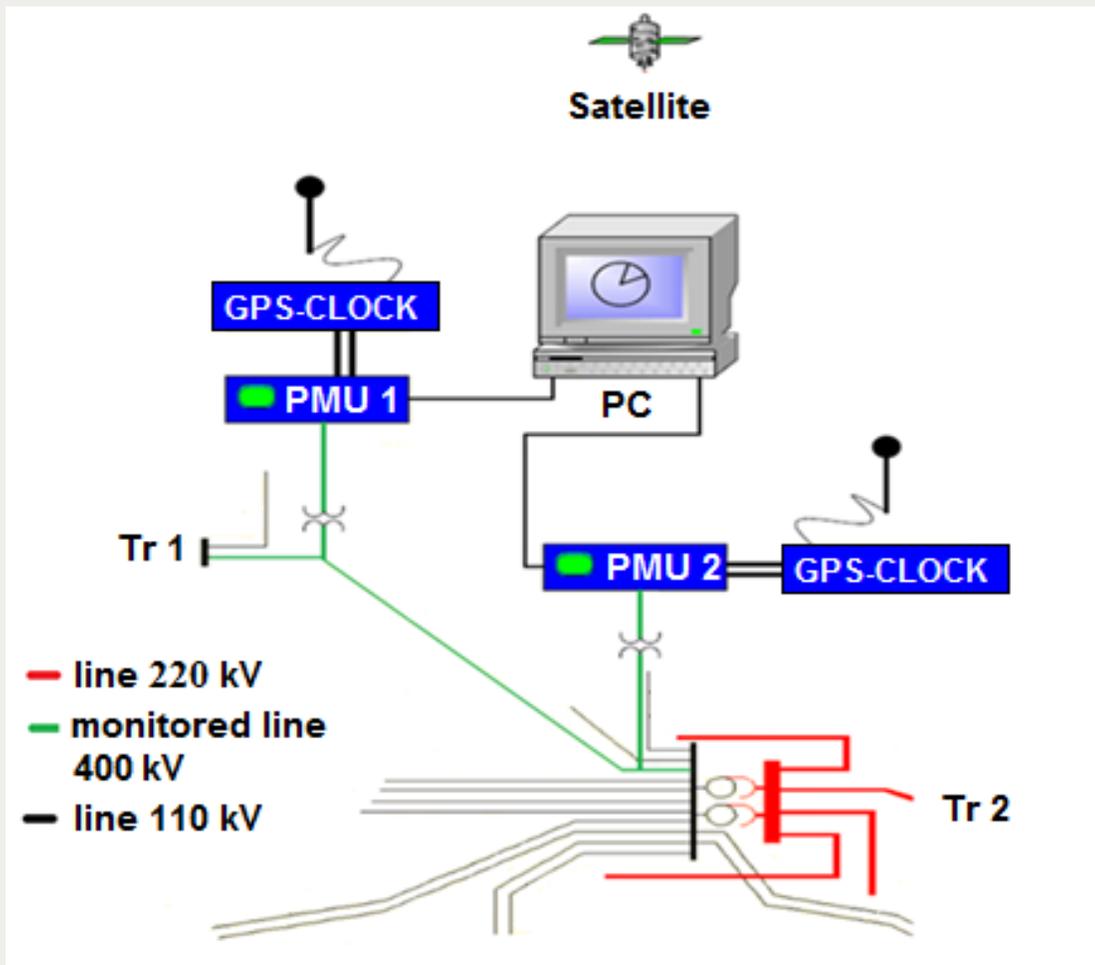


Рис.15. Схема подключения PMU к вторичным цепям прибора тока и напряжения трансформатора



Рис.16 сбор образцов бумаги из проводов



Рис.17 Неравномерное распределение загрязнения, отбор образцов

# Измерения и диагностика ЧР внутри и на поверхности ПТЗ



рис. 18 а) автомобильный импульсный генератор



Рис.18 б) Импульсный генератор с элегазовой изоляцией



Рис.18 в) Монтаж модульного генератора в поле

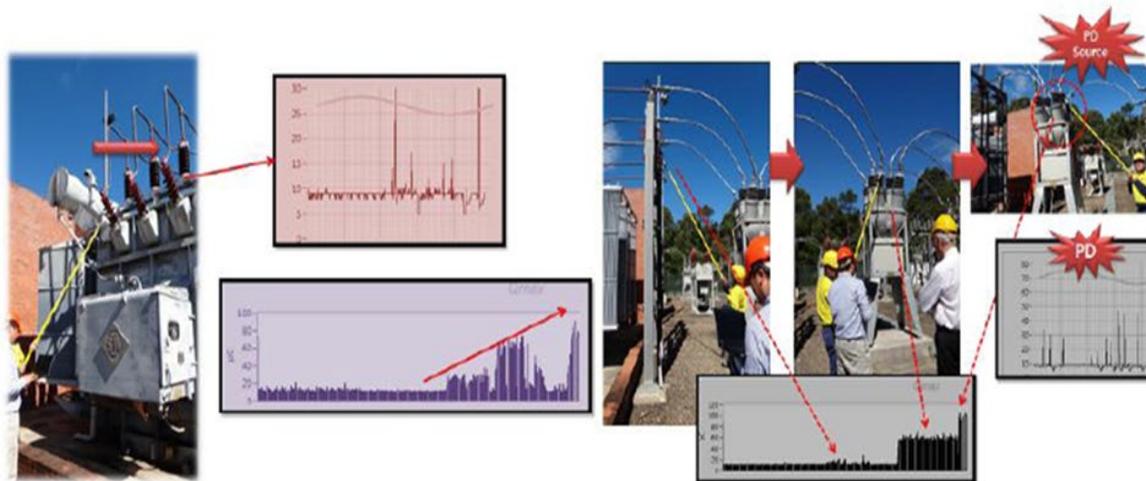


Рис. 19 Локализация источника ЧР на подстанции 33 кВ

## Импульсные испытания ПТЗ

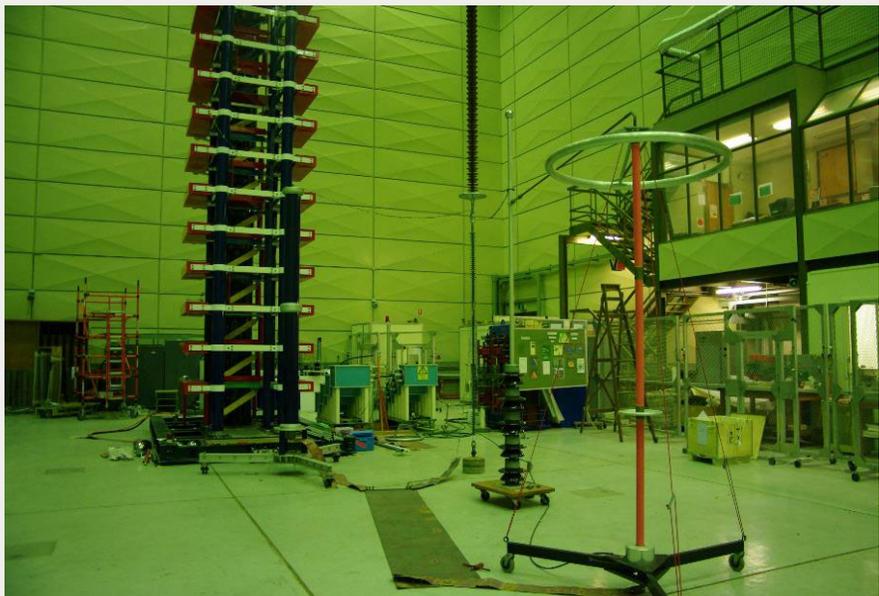


Рис. 20  
Организация импульсного  
испытания крутого  
фронта полного изолятора

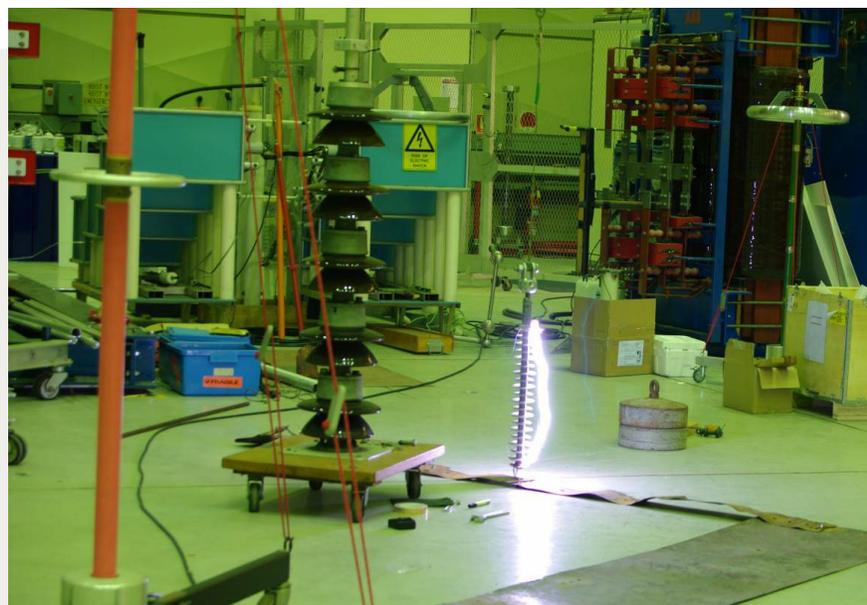


Рис.21  
Организация  
импульсного  
испытания  
крутых  
фронтов  
отрезанных  
секций  
изолятора

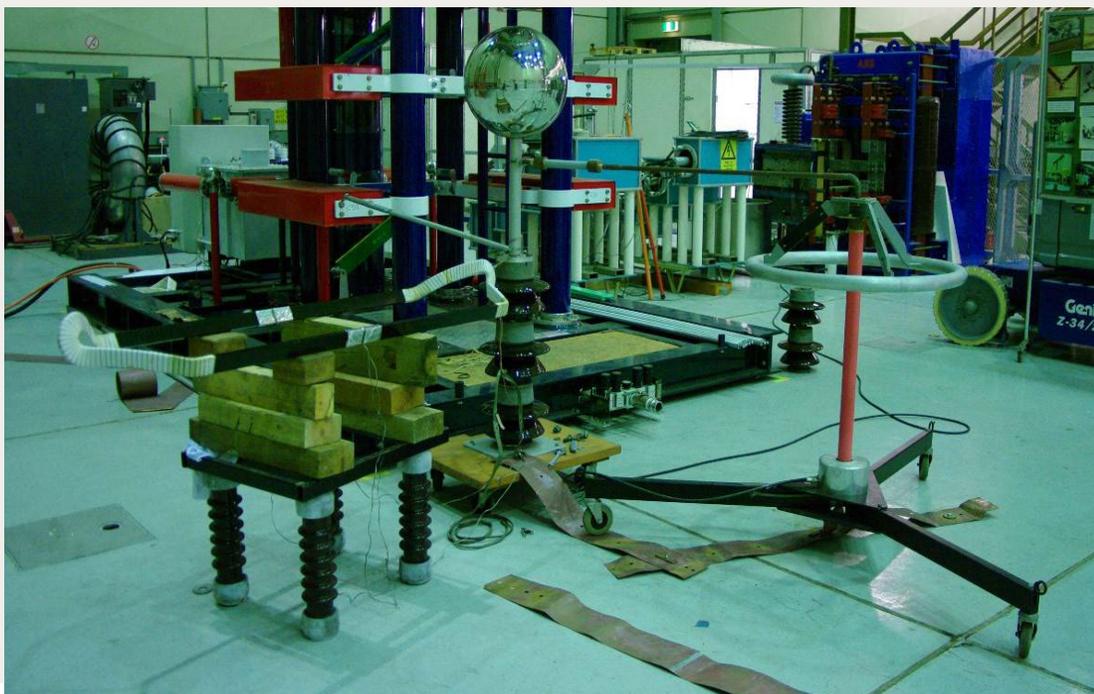


Рис.22  
Организация  
импульсного  
испытания  
крутого фронта  
катушки  
статора 11 кВ

## Постер –Сессия . Доклады российских специалистов



КГЭУ  
представили  
возможности  
использования  
оптической  
спектроскопии  
для контроля  
состояния  
изоляции  
трансформатора

Научным  
сообществом УрФУ  
представлена  
экспертная система  
по оценке  
технического  
состояния  
трансформаторов  
на основе анализа  
растворенных в нем  
газов



В статье приводят  
результаты химического  
анализа растворенных  
газов и фурановых  
соединений.

# Интеграционное сотрудничество



# 48-ая Сессия СИГРЭ пройдет в Париже с 23 по 28 августа 2020 года

## Приоритетные темы Исследовательского комитета D1



### ПТ2: Функциональные свойства и деградация изоляционных материалов

- новые напряжения (силовая электроника и полупроводники при воздействии более высоких температур, компактные приложения);
- материалы с меньшим воздействием на окружающую среду, во время производства, эксплуатации и утилизации;
- методы для проверки функциональных характеристик.

### ПТ1: Испытание, мониторинг, диагностика

- опыт и понимание систем мониторинга ;
- надежность испытательного оборудования и систем для испытания, мониторинга и диагностики ;
- аналитика обработки данных и предварительная оценка состояния

### ПТ3: Изоляционные системы передовых технологий

- материалы при воздействии высокого напряжения (например, напряженность поля, поток, электрический ток и частота);
- опыт и требования к новым процедурам и стандартам;
- разработка новых материалов (в том числе и в 3D представлении производственного процесса и т.д.).

# Доклады на 48-ую Сессию СИГРЭ в 2020 году по направлению ИК D1

*открытые слушания аннотаций докладов состоятся 18 апреля в 14-00 в конференц-*

*зале завода «Изолятор» 5 докладов*

1) **«Рентгенографический контроль высоковольтных маслонаполненных выключателей в эксплуатации»** Л.А. Дарьян, П.В. Голубев, П.В. Гончаров, Р. М. Образцов, АО «Техническая инспекция ЕЭС», Россия

2) **«Особенности выбора рабочего напряжения изоляции в системах переменного тока повышенной частоты»** Т.Е. Шадриков, А.М. Соколов, А.А. Дьячков  
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет» Россия

3) **«Проверка некоторых типов трансформаторов напряжения при передаче гармонических составляющих»** В.В. Киселев, В.Н. Воинов, Т.А. Дубровская, М.А. Смолянинова  
Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС») Россия

4) **«Спектральное исследование состава осадков в бумажно-масляной изоляции высоковольтных вводов»** С.М. Коробейников, М.Н. Лютикова, А.А. Коновалов, Новосибирский государственный технический университет, Россия

5) **«Новый метод для оценки степени полимеризации бумажной изоляции силовых трансформаторов»** В.К. Козлов, А. Х. Сабитов  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Россия

## **СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

*Россия, 143581, Московская область,  
Истринский район, с. Павловская Слобода,  
ул. Ленина, 77.*

*Телефон: +7 (495) 727 3311*

*Факс: +7 (495) 727 2766*

*E-mail: [mosizolyator@mosizolyator.ru](mailto:mosizolyator@mosizolyator.ru)*

*[www.mosizolyator.ru](http://www.mosizolyator.ru)*