



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 49-й Сессии СИГРЭ

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

Исследовательский комитет SC D1

Веб-сайт SC D1: <https://projetd1.cigre.org/>

Welcome to the SC D1
Materials and Emerging Test Techniques



Основные области деятельности:

- Изоляционные газы и системы газовой изоляции.
- Жидкие и пропитанные жидкостью изоляционные системы.
- Твердые материалы.
- Высоковольтные и силовоточные испытания и диагностика.



Текущая деятельность-

Характеристика материалов и систем электроизоляции (EIS).

- Изучение новых методов испытаний и диагностики HVDC.
- Разработка диагностических методов и соответствующих правил знаний

Рекомендации по характеристикам и использованию материалов в электроизоляционных системах

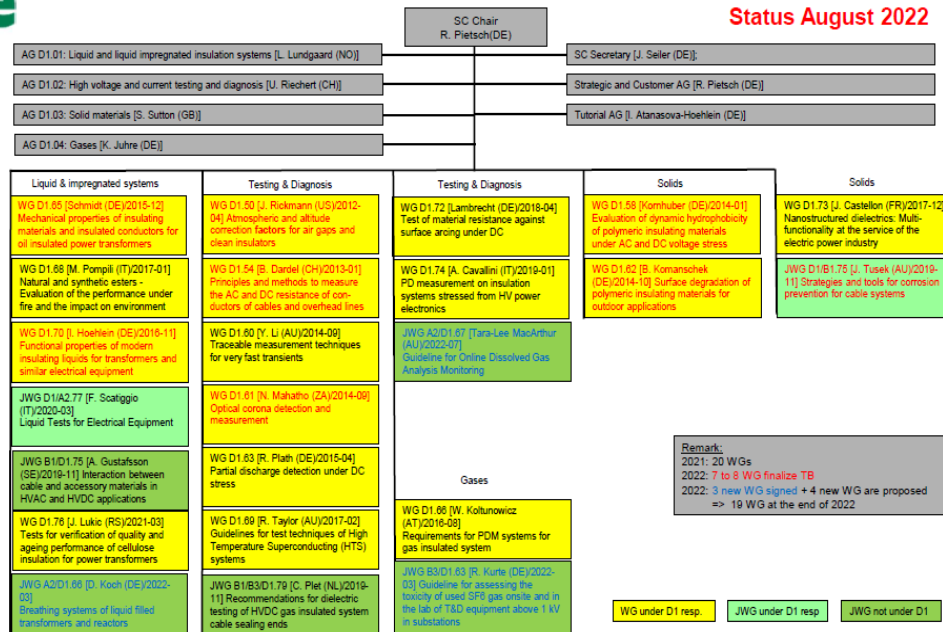
Исследовательский комитет SC D1

Структура SC D1



Study Committee D1 – Organisation

Status August 2022



- 4 консультативных групп (AG).
- 19 рабочих групп(включая JWG D1/B1, JWG D1/B3 + JWG D1/A2 + JWG D1/B1/B3).

430 экспертов из 38 стран

STUDY COMMITTEES MEMBERS RENEWAL 2022-2024			
CURRENT SITUATION OF THE STUDY COMMITTEE: D1			
Statistics			
Summary		2020-2022	Proposed 2022-2024
Regular member		23	28
Observer member		12	7
Regular additional		6	5
Total members			
REGULAR MEMBER			
NC	Actual	R/O.	Nom. Proposed Nom. CV
+			

Технические направления:

- материалов для электротехники и систем электроизоляции (9 РГ);
- методы испытания и диагностика (10 РГ).

Членство в SC D1:
23 постоянных члена;

6 дополнительные постоянных члена;
12 наблюдательных членов

Представители от РФ в SC D1

А.З. Славинский и
Т. Е. Шадриков

Исследовательский комитет SC D1

Сведения о рабочих группах, открытых для участия и продолжающих работу:

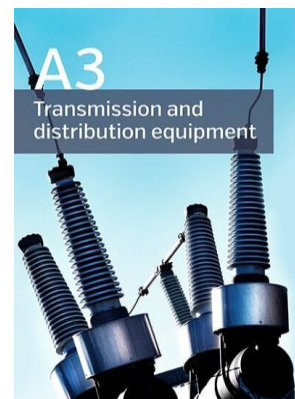
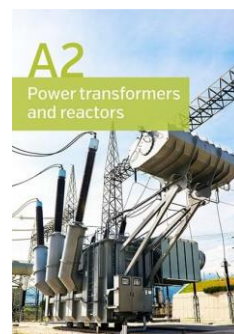
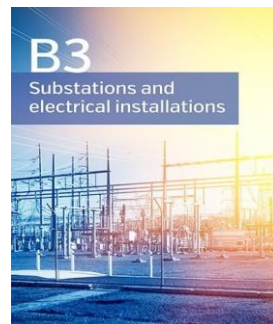
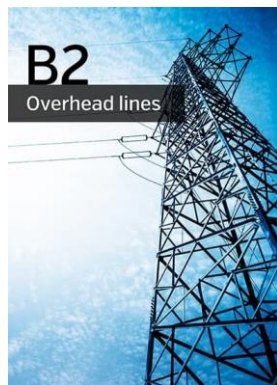
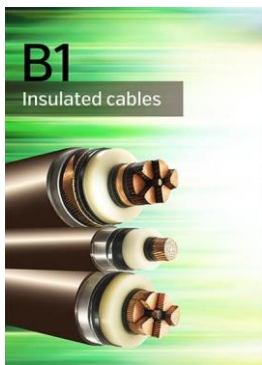
- **JWG D1/A2.79** «Улучшение понимания динамического поведения изоляционных материалов обмоток силовых трансформаторов с жидкой изоляцией», периоды работы: 2-ой квартал 2023 г. - 4-й квартал 2027;
- **WG D1.76** «Испытания по проверке качества и устойчивости к старению целлюлозной изоляции силовых трансформаторов», период работы: апрель 2021 г. - декабрь 2024 г.;
- **JWG D1/A2.77** «Жидкостные испытания электрооборудования», период работы: март 2020 г. - февраль 2023г. ;
- **JWG D1.67/A2** Руководство по онлайн-мониторингу анализа растворенных газов: период работы: осень 2022г. - весна 2024 г. ;
- **JWG D1.63/B3** «Руководство по оценке токсичности отработанного элегаза на объекте и в лаборатории распределительного оборудования выше 1 кВ на подстанциях», период работы: лето/весна 2021 г. - конец 2025 г.
- **JWG B1/B3/D1.79** «Рекомендации по диэлектрическим испытаниям концевых муфт кабелей систем постоянного тока с элегазовой изоляцией», период работы: январь 2020г. - декабрь 2021 г. ;
- **JWG B1/D1.75** «Взаимодействие между кабелями и вспомогательными материалами в приложениях HVAC и HVDC», период работы: ноябрь 2019 г. - декабрь 2022 г.

В 4 международных рабочих группах экспертами работают представители НИК D1 РНК СИГРЭ, включая две совместные рабочие группы JWG B1/D1.75 и JWG B1//B3/D1.79.

Исследовательский комитет SC D1

Установлены и поддерживаются хорошие отношения с соответствующими исследовательскими комитетами СИГРЭ:

- SC A1 «Вращающиеся электрические машины»,
- SC A2 «Силовые трансформаторы и реакторы»,
- SC A3 «Высоковольтное оборудование» • SC B1 «Изолированные кабели»
- SC B2 «Воздушные линии»,
- SC B3 «Подстанции и электроустановки»



Основными партнерами в ИЕС являются:

ТК 2 «Вращающиеся машины»,
ТК 9 «Координация изоляции и системотехника»,
ТК 10 «Жидкости электротехнического назначения»,
ТК 14 «Силовые трансформаторы»,
ТК 36 «Изоляторы»,
ТК 42 «Методы испытаний высоковольтных и сильноточных систем»,
ТК 90 «Сверхпроводимость» (Категория А, связь с МЭК ТК 90, с ноября 2012 г.),
ТК 112 «Оценка и квалификация электроизоляционных материалов и систем»»



С 28 августа по 2 сентября 2022 г. в парижском Дворце Конгрессов (Palais des Congres) прошло крупнейшее международное мероприятие в области энергосистем - 49-ая Сессия СИГРЭ, она объединила более двух тысяч делегатов из 65 стран.

По направлению SC D1 было принято 55 докладов, 5 из них представлено от НИК D1 РНК СИГРЭ и 1 доклад от Молодежной Секции РНК СИГРЭ.

PS1 Испытания, мониторинг и диагностика (23 доклада):

испытания и опыт работы с нестандартными, составными и комбинированными напряжениями;

измерение частичных разрядов при постоянном токе, импульсном напряжении;

требования к системам для испытаний, мониторинга и диагностики

PS3 Инструменты моделирования и соответствующие измерительные методы (5 докладов):

применение и разработка новых методов мультифизического моделирования;

цифровой двойник для компонентов изоляции и систем изоляции;

физические модели и датчики.

PS2 Материалы для электротехнических целей (27 докладов):

старение под воздействием электрических, механических и термических нагрузок (например, силовая электроника и полупроводники, циклическая нагрузка, высокие температуры, компактные применения, коррозия и радиационное старение и т. д.);

функциональные свойства изоляционных материалов и испытания для их оценки;

материалы для аккумуляторов и зарядных устройств.



На 49-ой Сессии СИГРЭ по тематическому направлению SC D1 от России было представлено 5 докладов.

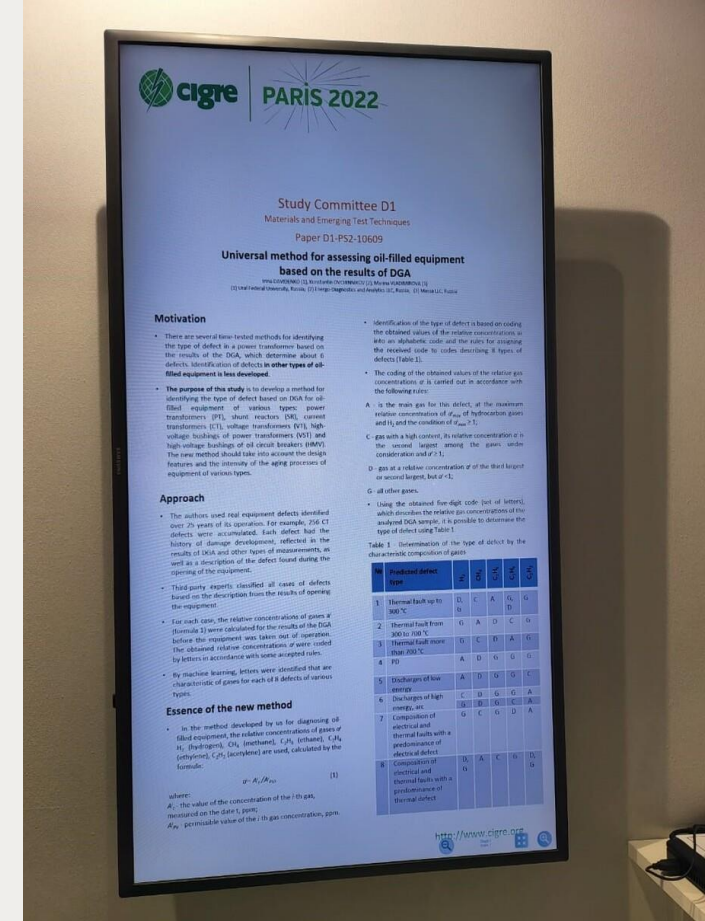
1) «Исследование причин повреждения высоковольтного маслонаполненного оборудования с «газовой подушкой», Л.А. Дарьян.

2) «Изменение изоляционных характеристик смесей минерального масла и синтетического эфира в процессе длительного воздействия повышенной температуры», М. Н. Лютикова.

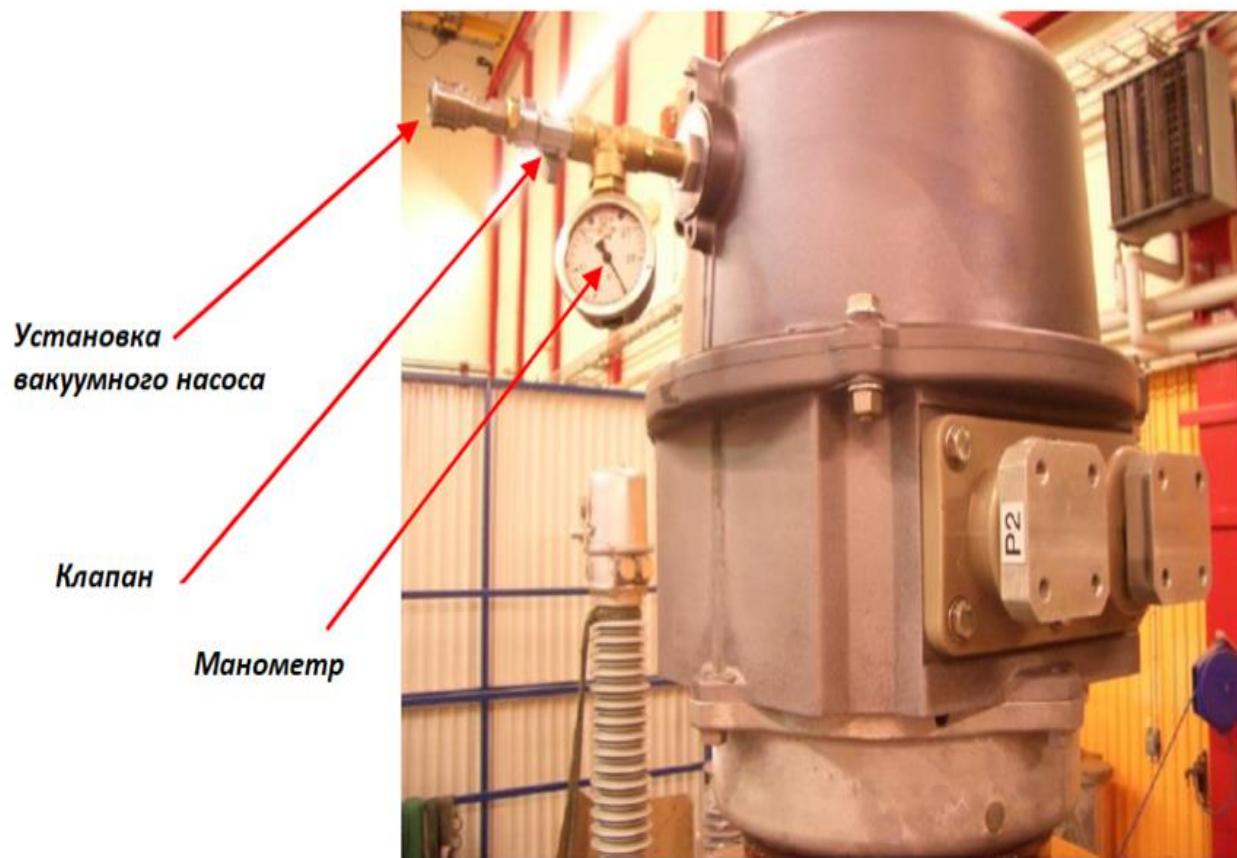
3) «Контроль степени деструкции углеводородной основы минеральных масел по характерному маркеру деградации в их ИК спектре», Гарифуллин М.Ш., 4)

«Универсальный метод оценки технического состояния маслонаполненного оборудования по результатам анализа растворенных газов», И.В. Давиденко.

5) «Применение искусственных нейронных сетей в диагностике высоковольтных выключателей», А.Р. Ротблют, О.П. Букрин.



D1 – 10606 Research on the causes of damage to high-voltage oil-filled current transformers with a gas blanket (*Исследование причин отказов высоковольтных маслонаполненных трансформаторов тока с газовой подушкой*), Leonid DARIAN, Roman OBRAZTSOV, Sergey KOROBAYNIKOV, Victor LOGUNOV, Russia (Россия).



Для проведения испытаний силовой трансформатор был немного модифицирован. В верхней части СТ, где расположена газовая подушка, установлены манометр для контроля давления в газовой подушке и переходной клапан для регулирования давления в газовой подушке. Штуцер соединял СТ с вакуумным насосом.

Модификации на силовом трансформаторе перед испытаниями

D1 – 10609 Universal method for assessing oil-filled equipment based on the results of DGA
(Универсальный метод оценки маслонаполненного оборудования на основе результатов АРГ), Irina DAVIDENKO, Konstantin OVCHINNIKOV, Marina VLADIMIROVA, Russia (Россия).

Оценка технического состояния силового трансформатора ТМ-1000/35 на основе ДГА. Трансформатор 35 кВ, залитый маслом Т-1500 (тип защиты масла - tfree breathing), находится в эксплуатации 36 лет.



Рис. 1. Дефект трансформатора ТМ-1000/35, обнаруженный при его вскрытии.

D1 – 10398 Effective insulation condition assessment of HV and EHV bushings under critical environmental and operational conditions (*Эффективная оценка состояния изоляции высоковольтных и сверхвысоковольтных вводов в критических условиях окружающей среды и эксплуатации*) Peter WERELIUS, MEGGER, Sweden (Швеция), Diego ROBALINO, MEGGER Group, USA (США), Ismail GÜNER, HYDRO QUEBEC, Canada (Канада).



а. естественные условия испытаний



б. очищен от снега



в. чистый и теплый

На рисунке показаны условия испытаний измерений, а - исправный ввод ОИР, покрытым снегом и льдом; б – очищен от снега; в - с нагретой и очищенной фарфоровой поверхностью

D1 – 10883 Requirements for Ultra-High Frequency Partial Discharge Monitoring Systems for Gas Insulated Switchgear

(Требования к системам мониторинга частичных разрядов сверхвысокой частоты для распределительных устройств с газовой изоляцией), Wojciech KOLTUNOWICZ (CONVENOR, AT), Glenn BEHRMANN (SECRETARY, CH), Matthias BOLTZE (DE), Andrea CAPRARA (IT), Graeme COAPES (GB), Fraser COOK (GB), Hiroyuki HAMA (JP)*



Внутренняя муфта



Наружная муфта



Соединительная муфта

Рис. 1 Примеры датчиков ЧР УВЧ GIS/GIL



Рис. 2 Пример системы сбора данных
Расположенной рядом с местом расположения датчика в ГИС



Рис. 3 Внутренняя система PDM со 120 входными каналами

D1 – 11049 Requirements for Artificial Intelligence Platform addressed to Automatic Assessment of Insulation Condition of Indoor and Outdoor Installations through Partial Discharge Monitoring
(Требования к платформе искусственного интеллекта, предназначенной для автоматической оценки состояния изоляции внутренних и наружных установок посредством мониторинга частичных разрядов), Antonio SÁNCHEZ, Fernando GARNACHO, Javier ORTEGO, Fco. Javier MARTÍN, Ricardo REINOSO, Ricardo GÓMEZ, (Испания).

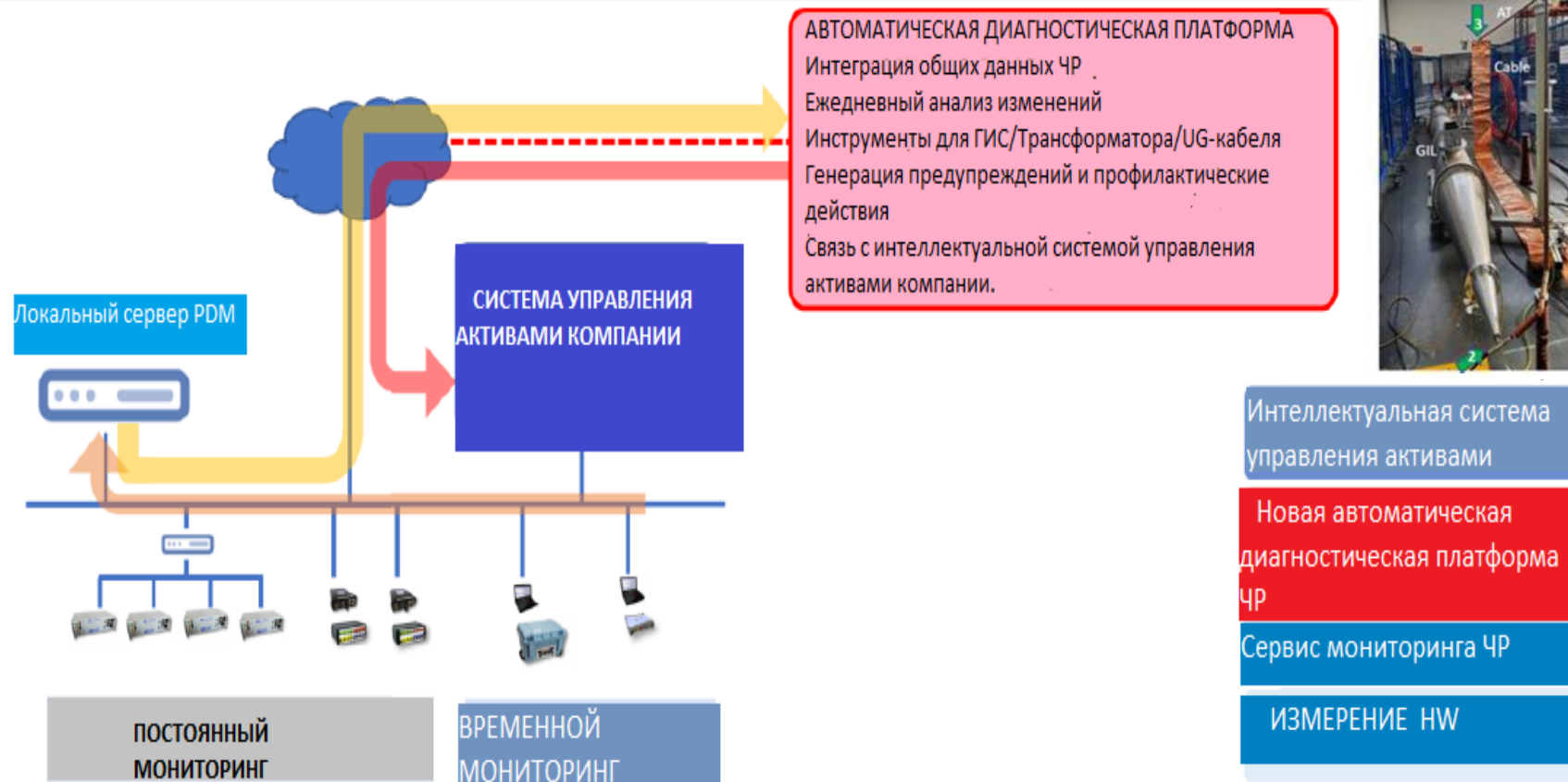


Рис 1 Схема настройки ИТ-платформы



Рис. 2. Фотографии испытательного стенда во время проведения оценочного теста.

D1 – 11115 Contribution to the standardisation of measurement of composite and combined high voltages *(Вклад в стандартизацию измерений составных и комбинированных высоких напряжений)*, Johann MEISNER, Frank GERDINAND, Thomas STEINER, Andreas DOWBYSCH, Germany (Германия), Uwe SCHICHLER, Oliver PISCHLER, Austria (Австрия), Alf-Peter ELG, Sweden (Швеция)



В рамках проекта будет исследовано взаимодействие импульсных напряжений, наложенных на напряжения переменного и постоянного тока позволяет создавать оптимизированные тестовые установки. Неопределенность существующих измерительных систем будут определены, а новые системы и возможности калибровки будут созданы и проверены посредством измерительные кампании. По окончании проекта в 2023 году результаты будут использованы для пересмотра существующих стандартов, создавать новые европейские возможности и повышать устойчивость электросетей к неблагоприятным оперативным событиям.

Проект разделен на три рабочие части: определения WP1, программное обеспечение и контрольно-измерительные приборы, WP2 Прослеживаемые эталонные системы, WP3 Существующие измерительные системы при испытаниях лаборатории.

Рис. 1 Один модуль делителя напряжения 100 кВ

D1 – 10269 Development and implementation of transformer condition monitoring models for the interpretation of sensor and SCADA data (Разработка и внедрение моделей мониторинга состояния трансформаторов для интерпретации данных датчиков и SCADA), Patrick PICHER, Michel GAUVIN, Luc VOULIGNY, Arnaud ZINFLOU, Éric FRENETTE, Stéphane PROULX, Claude RAJOTTE, Canada (Канада).



Рис: Виды отказов и задействованные компоненты, источники данных и модули мониторинга

D1 – 10272 Power generation by unhealthy photovoltaic modules *(Выработка электроэнергии нездоровыми фотоэлектрическими модулями R. RAIMUNDO NOVA School of Science and Technology (Португалия))*



Рисунок 2 – Исследуемые фотоэлектрические модули

В этом исследовании использовался набор из четырех монокристаллических кремниевых модулей мощностью 327 Вт (SunPower, модель E20-327), установленных в Сантарене, Португалия.

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

www.mosizolyator.ru