



ПОДКОМИТЕТ РНК СИГРЭ ПО ТЕМАТИЧЕСКОМУ НАПРАВЛЕНИЮ D2  
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

СЕМИНАР «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ  
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ С УЧЕТОМ ОПЫТА СИГРЭ В СОЗДАНИИ  
ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: ЦЕЛИ, ДРАЙВЕРЫ, РИСКИ  
И ВОЗМОЖНОСТИ»

Современные тенденции развития систем связи в  
электроэнергетике с учетом опыта СИГРЭ

26 ИЮНЯ 2018 г., МОСКВА

Коллоквиум **SC D2 CIGRE** впервые проходил в нашей стране и собрал более 150 экспертов из 26 стран



Одна из тем докладов – **Высоконадежная инфраструктура связи для традиционных и новых приложений в энергетике**

- Телекоммуникации на основе цифровых и высокочастотных каналов связи в транспортных и распределительных электрических сетях
- Современные телекоммуникационные сети для приложений релейной защиты и автоматики
- Разработка безопасной и надежной инфраструктуры информационных и коммуникационных систем

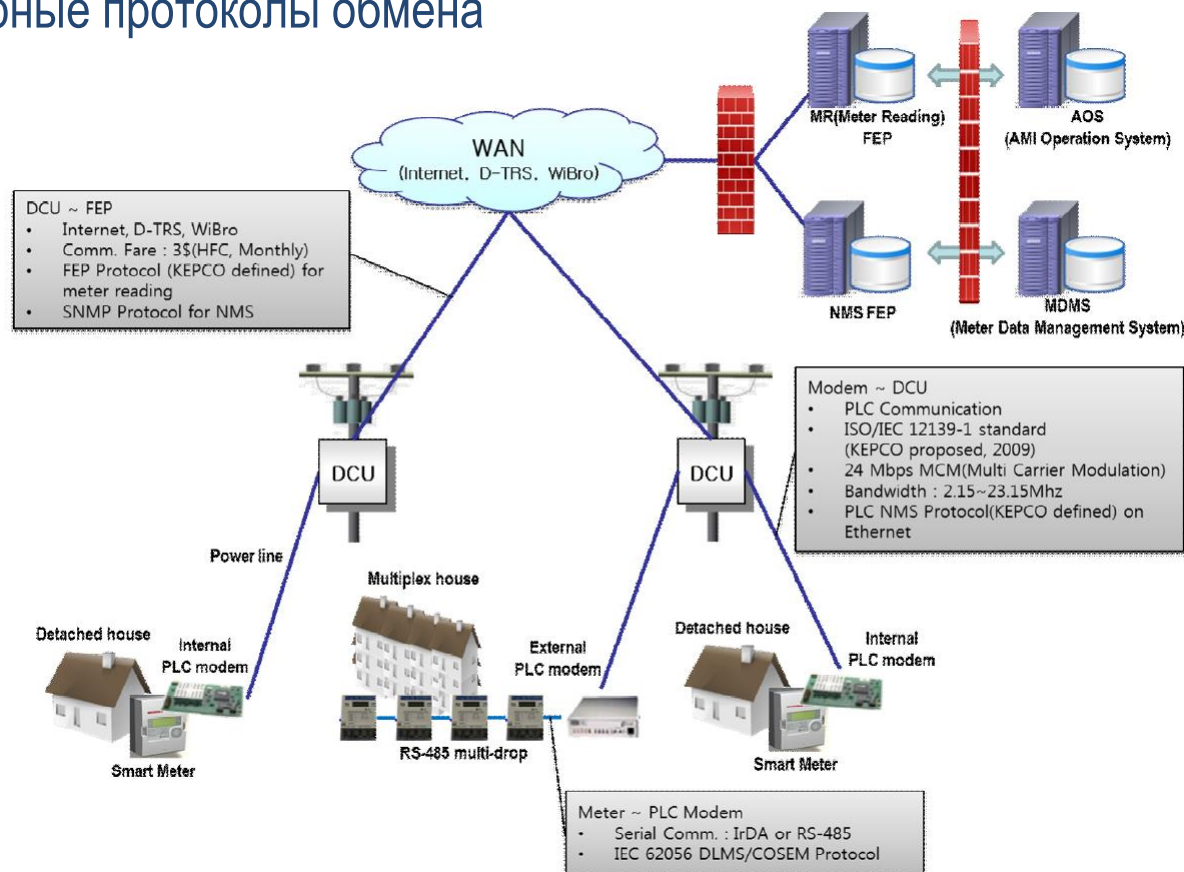
Интересны были не только доклады, но и обсуждение различных вопросов

В системах связи используются **ВЧ** каналы (**PLC** технологии), различные технологии радиодоступа, Internet и другие в зависимости от предъявляемых приложением требований (например, коэффициент готовности, скорости, задержки), существующей инфраструктуры связи, требований национальных регуляторов и т.д.

Часто используются проприетарные протоколы обмена

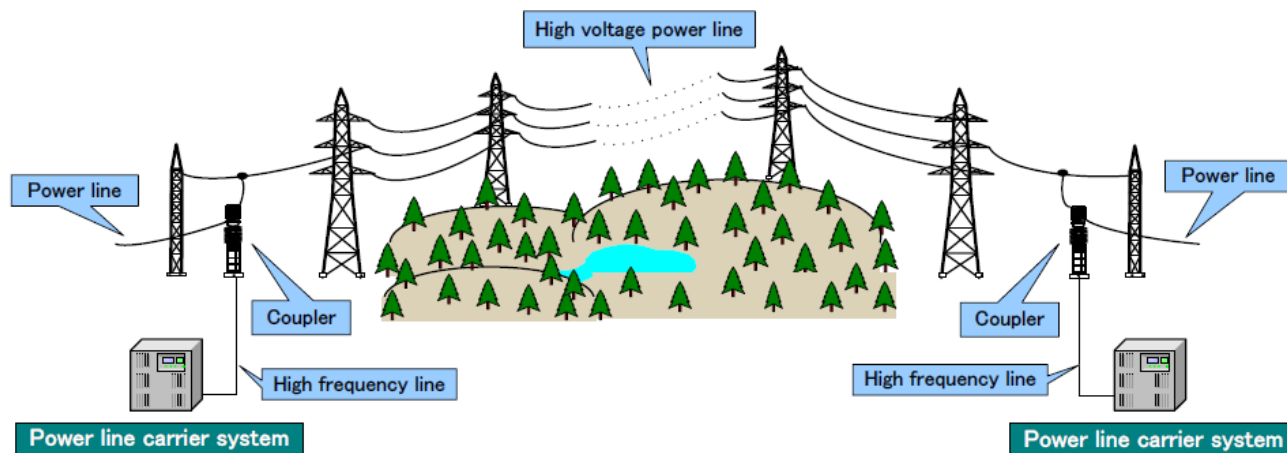
Пример: сбор данных со счетчиков в **KEPCO** (Южная Корея)

- **ВЧ** каналы 24 Мбит/с на частотах 2.15-23.15 МГц
- **D-TRS** – цифровая транкинговая радиосистема
- **WiBro** (мобильный **WiMAX**)



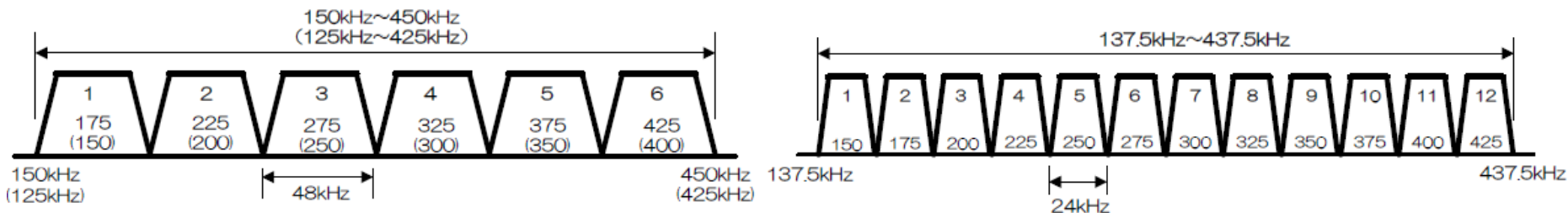
ВЧ каналы не только продолжают использоваться там, где развертывание других телекоммуникационных систем затруднительно, но и создаются новые системы ВЧ СВЯЗИ

Пример: разработка в **Tohoku Electric Power Co., Inc.** (Япония) новой ВЧ системы для передачи цифровых данных в по линиям 66-154 кВ



Полоса канала 24 кГц – 103 кбит/с

Полоса канала 48 кГц – 206 кбит/с



## Передаваемый трафик

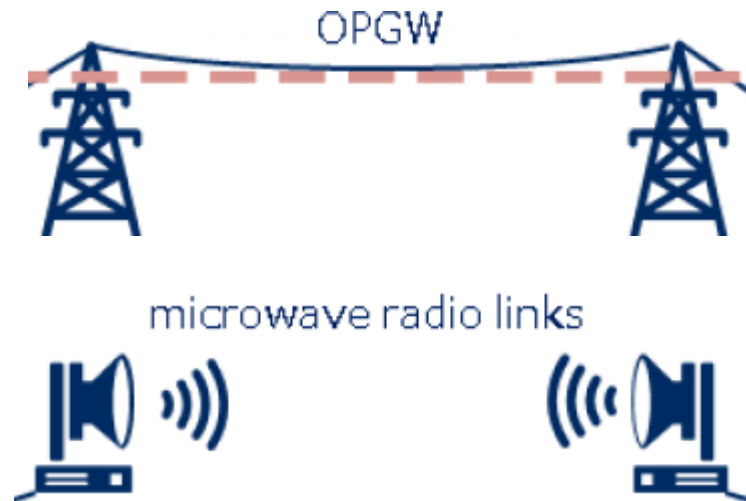
- Технологические системы
- Корпоративные системы
- Трафик других компаний

## Среды распространения сигналов

- Оптические волокна
- Радиорелейные линии

## Используемые телекоммуникационные технологии

- Синхронная **SDH** и плезиохронная **PDH** цифровые иерархии скоростей (данные сети наиболее широко развернуты в электроэнергетических предприятиях)
- Оптические транспортные сети **OTN**
- Грубое **CWDM** и уплотненное **DWDM** спектральное разделения каналов в том числе с использованием реконфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода **ROADM**
- Технологии пакетной коммутации по меткам **MPLS**, в том числе через сети **SDH**



- Очевиден рост **IP** трафика в предприятиях электроэнергетики → возникает вопрос об отказе от сетей **SDH/PDH** и переходе к сетям с пакетной коммутацией
- Основная проблема – поддержка уже установленного и работающего по сетям **SDH/PDH** оборудования с интерфейсами **RS-232, E1, C37.94** и т.д. и обеспечение требуемого коэффициента готовности (современные системы, в том числе **РЗА** и **SCADA**, поддерживают **Ethernet**)
- Для каналов дифференциальных защит линий (**ДЗЛ**) и устройств передачи аварийных сигналов и команд (**УПАСК**) влияние на них других каналов должно быть исключено
- Маршрутизаторы **IP/MPLS** и **MPLS-TP** имеют набор интерфейсов, позволяющий подключать к ним работающее по сетям **SDH/PDH** оборудование, и обеспечить для **УПАСК** и **ДЗЛ** гарантированную полосу, требуемую задержку и ее симметрию (последнее крайне важно для **ДЗЛ**)
- Для обеспечения гарантированной полосы в канале для **УПАСК** или **ДЗЛ** в сети **MPLS** необходимо резервировать канал с многократно большей полосой
- Сложность проверки отсутствия влияния других каналов на каналы для **УПАСК** или **ДЗЛ**, которое может возникнуть из-за ошибок в конфигурации маршрутизаторов **MPLS** (в сетях **SDH/PDH** такое влияние принципиально исключено)



	MPLS-TP	IP/MPLS
Передающий уровень	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Двухнаправленные туннели (RSP) по одному пути</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Однонаправленные RSP</li> <li>• Прямой и обратный RSP могут идти разными путями</li> <li>• Можно прямой и обратный RSP проложить по одному пути</li> <li>• Может быть несколько RSP с перераспределением трафика</li> </ul>
Защита	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Время переключения &lt; 50 мс</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Время переключения &lt; 50 мс</li> </ul>
Аппаратура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Относительно небольшие ресурсы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Требуются мощные ресурсы</li> </ul>
Особенности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Простота</li> <li>• Для реализации полноценной IP сети требуются внешние маршрутизаторы</li> <li>• Легкость в обслуживании</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гибкость</li> <li>• Сети любых размеров, любые сервисы и топологии</li> <li>• Требуется квалифицированный персонал</li> </ul>

### 1-ая стратегия: перевести все на IP/MPLS или MPLS-TP

- Вызывает опасения реализация и эксплуатации каналов для УПАСК и ДЗЛ (необходимость выделения канала с многократно большей полосой, чем доступна на интерфейсе пользователя, и реакция данных каналов на штормовую нагрузку в сети)
- Необходимость перевода всех эксплуатируемых систем на новые каналы связи → значительные затраты, сжатые сроки реализации

### 2-ая стратегия: использование гибридных устройств, включающих в себя мультиплексоры SDH/PDH и маршрутизаторы MPLS-TP

- Урезанная функциональность (отдельный маршрутизатор MPLS-TP будет обладать большей функциональностью чем маршрутизатор в составе гибридного устройства)
- Может служить как пограничная при реализации 1-ой стратегии
- Самая высокая квалификация персонала

### 3-я стратегия: сохранение и эксплуатация существующей сети SDH/PDH для каналов РЗА и другого работающего оборудования с параллельным развертыванием сети IP/MPLS или MPLS-TP

- По сравнению с 1-ой стратегией не требует крайне сжатых сроков реализации
- Высокая квалификация персонала

Разные энергопредприятия выбирают для себя свою стратегию



~~SDH/PDH~~



IP/MPLS

или

MPLS-TP

Мнение экспертов **CIGRE**, в том числе из электроэнергетических компаний

- со временем стоимость ключевых **SDH/PDH** компонентов может увеличиться (или они вообще будут сняты с производства) из-за уменьшения заказов со стороны основных потребителей, которыми являются операторы связи (когда это произойдет, никто достоверно прогнозировать не может)
- предлагаемые стратегии перехода от использования **SDH/PDH** к пакетной коммутации приведут к дополнительным расходам со стороны энергопредприятий
- складывается впечатление, что быстрый переход с технологий с временным разделением каналов **SDH/PDH** на технологии пакетной коммутации **MPLS-IP** или **MPLS-TP** в технологических сетях предприятий электроэнергетики выгоден в первую очередь производителям и поставщикам оборудования

## СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

### **Офис:**

111024, Москва, ул. 2-ая Кабельная д.2 стр.1,  
Территория завода МКМ  
Телефон: +7 (495) 651-99-98  
E-mail: [info@uni-eng.ru](mailto:info@uni-eng.ru)

### **Производство:**

111024, Москва, ул. 2-ая Кабельная д.2 стр.1,  
Территория завода МКМ  
Телефон: +7 (495) 651-99-98  
E-mail: [info@uni-eng.ru](mailto:info@uni-eng.ru)