



**5-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

**СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ
И АВТОМАТИКИ ЭНЕРГОСИСТЕМ**

Высоконадежные каналы по цифровым сетям связи для существующих и перспективных систем РЗА

1-5 ИЮНЯ 2015 г., СОЧИ

Сложность использования для **РЗА** только выделенных оптических волокон (**ОВ**) в волоконно-оптических кабелях (**ВОК**)

- ограничения на допустимую протяженность **ОВ** между устройствами без переприемов
- лимитированное число **ОВ** в **ВОК**, замена существующих **ВОК** на **ВОК** с большим числом **ОВ** или прокладка дополнительных **ВОК** только для каналов **РЗА** не всегда экономически оправдана, в том числе из-за технических сложностей
- при необходимости резервирования часто сложно найти две географически разнесенные трассы **ВОК** допустимой длины даже для коротких **ЛЭП**, резервирование по географически не разнесенным **ВОК** практически теряет смысл

Существующие системы **РЗА** используют для **УПАСК** и **ДЗЛ** каналы по **ЦСПИ** с синхронными интерфейсами **G.703.1**, **X.21**, **E1** и **C37.94**

В перспективных системах **РЗА**, например, системах **WAMPAC**, цифровых **ПС**, цифровые каналы необходимы для передачи **IP/Ethernet** трафика

Важным является обеспечение не только требуемой пропускной способности каналов **РЗА** по **ЦСПИ**, но и их высокой надежности





www.uni-eng.ru

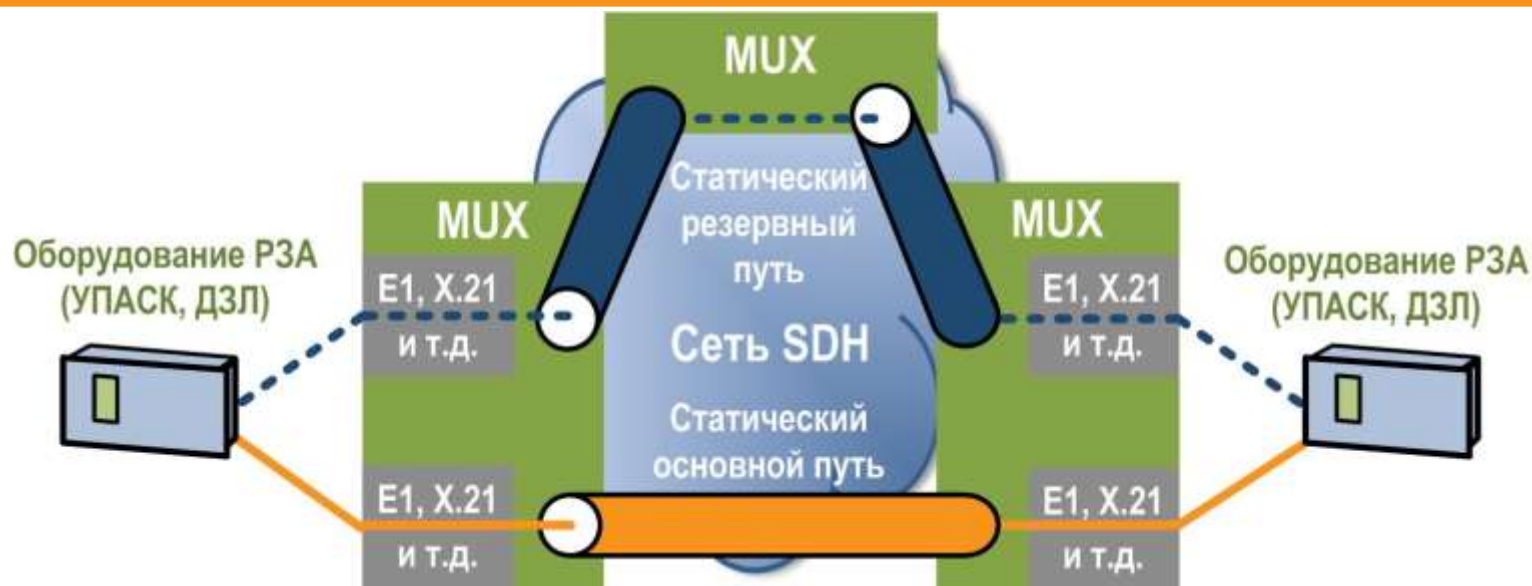
Резервирование – один из способов повышения надежности цифровых каналов



При отказе линии связи между мультиплексорами сети **SDH/PDH** в зависимости от ее масштаба и топологии обеспечивается переключение каналов на резервные пути за время до 50 мс, что недопустимо много для ряда существующих систем **РЗА**

Данные прерывания незначительно повлияют на общий коэффициент готовности канала

Но отказы линий связи могут быть коррелированы с аварийными ситуациями в энергосистемах



Резервирование синхронных каналов **РЗА** по статическим (фиксированным) путям

- устройства **РЗА** работают по основному каналу и при его отказе за время меньшее, чем обеспечивают механизмы резервирования сетей **SDH/PDH**, переключаются на резервный
- устройства **РЗА** параллельно передают данные по основному и резервному каналам и параллельно принимают их, при отказе одного из путей работа непрерывно продолжается по другому, что обеспечивает бесшовное резервирование

Бесшовное резервирование **Ethernet** каналов в сетях **SDH/PDH** требует использования специальных протоколов

Проблема использования коммутаторов **Ethernet** и маршрутизаторов **IP/Ethernet** для каналов **РЗА** – сложность организации основного и резервного каналов по статическим путям с заданными стабильными задержками и пропускными способностями

Протокол **Ethernet** не предполагает наличия замкнутых контуров в сети, тем самым запрещая построение резервных каналов



Классический подход для разрешения данного противоречия – использование специальных протоколов, которые обеспечивают наличие только одного активного пути между устройствами при физическом наличии нескольких

Широко распространенные в сетях **IP/Ethernet** протоколы маршрутизации **RIP** и **OSPF** обеспечивают переход на новый путь за десятки и более секунд в зависимости от топологии и масштаба сети

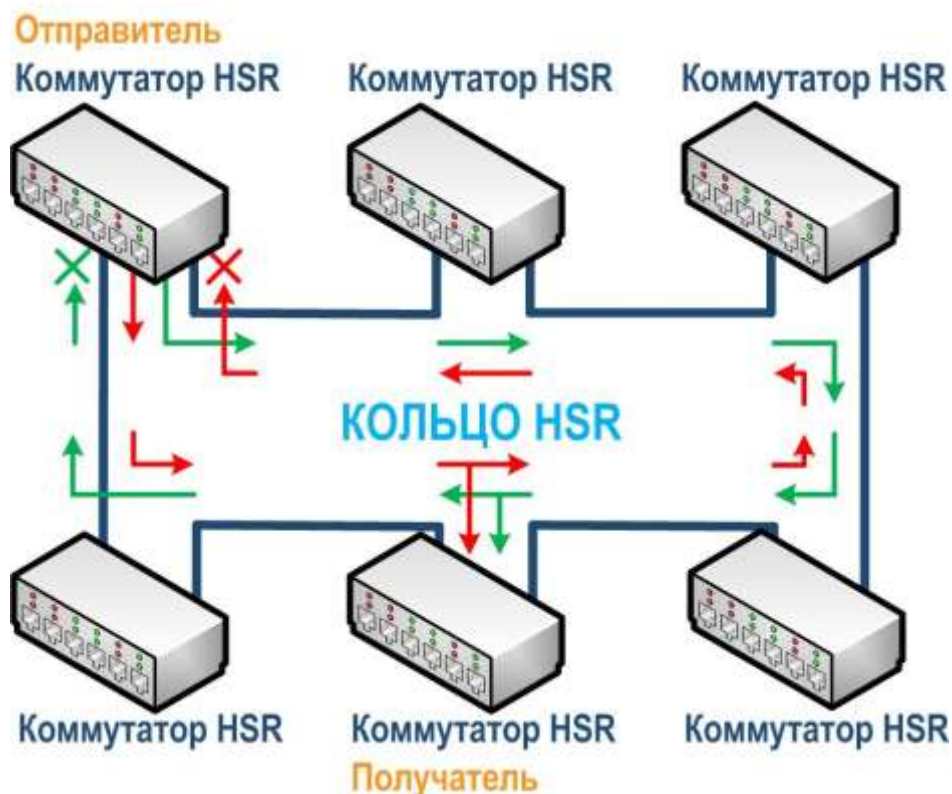
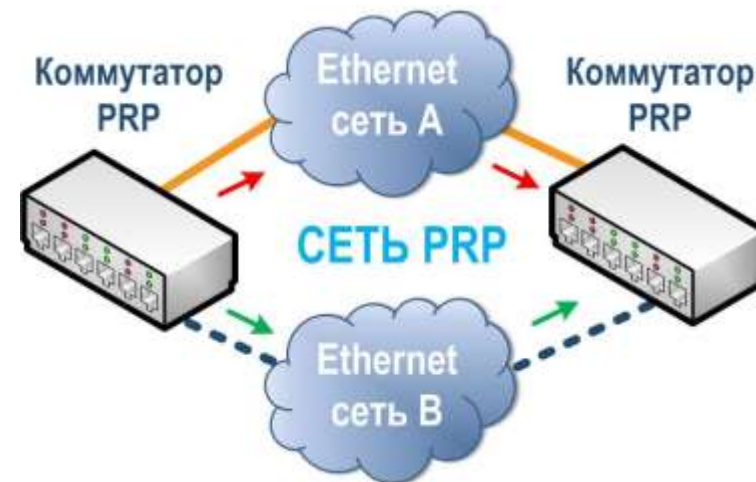
Специальные протоколы для промышленных сетей **Ethernet**

RSTP – время переключения с одного пути на другой составляет порядка 1 с и более (в кольцевых топологиях достигается время переключения порядка 100 мс)

MRP – время переключения 10...200 мс в зависимости от числа коммутаторов в кольце

Подход для обеспечения бесшовного резервирования – отправитель посылает одновременно пакетные данные по двум активным путям, а получатель с помощью протокола резервирования принимает первый пришедший пакет и отклоняет второй

PRP – два активных пути по двум независимым сетям с произвольной топологией



HSR – параллельная передача данных в кольце по и против часовой стрелки

Все упомянутые ранее протоколы резервирования не позволяют обеспечить гарантированные пропускные способности каналов

PRP В СЕТЯХ SDH/PDH

Использование **PRP** и технологии **EoS** в сетях **SDH/PDH** позволяет организовать полностью изолированные от других **Ethernet** каналы для систем **P3A** с гарантированной пропускной способностью и бесшовным резервированием по статическим путям



PRP Redundancy Box (RedBox) – устройство резервирования, работающее в данном случае не по двум отдельным сетям **Ethernet**, а использующее два полностью изолированных от других канала **Ethernet** с гарантированной пропускной способностью по сети **SDH/PDH**

Тенденция – реализация **PRP** в новом оборудовании **P3A**

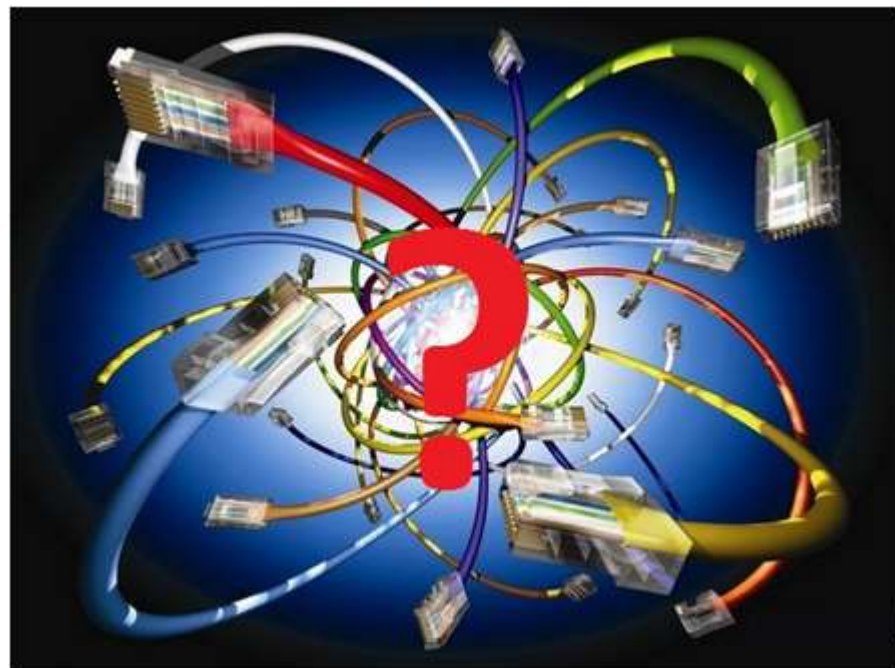
На данный момент времени организация передачи пакетного трафика и других данных по сетям **SDH/PDH**

- полностью удовлетворяет потребностям российской электроэнергетики
- позволяет организовывать высоконадежные каналы как для существующих, так и перспективных систем **РЗА**

Тенденция – рост доли пакетного **IP/Ethernet** трафика в электроэнергетике и **возможно**

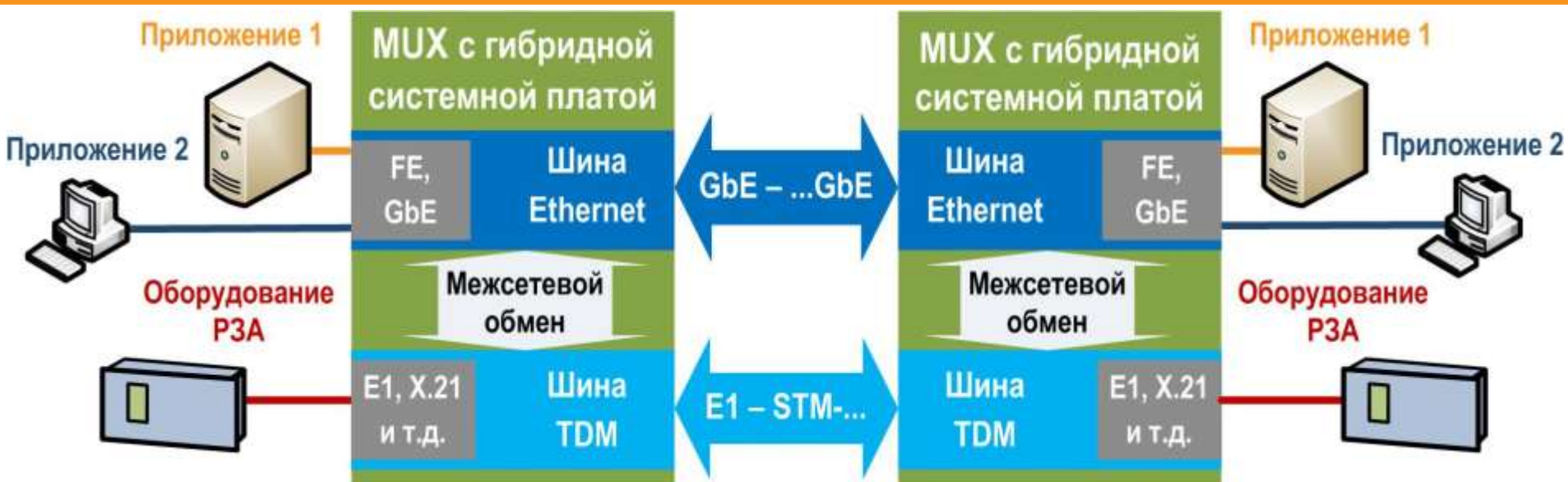
- с дальнейшим ростом доли **IP/Ethernet** трафика эффективность использования потенциально доступной пропускной способности сетей **SDH/PDH** будет падать
- возникнет необходимость поиска решений на базе других технологий

Объективных исследований данного вопроса применительно к существующим и перспективным системам электроэнергетики с учетом их специфики в настоящее время нет



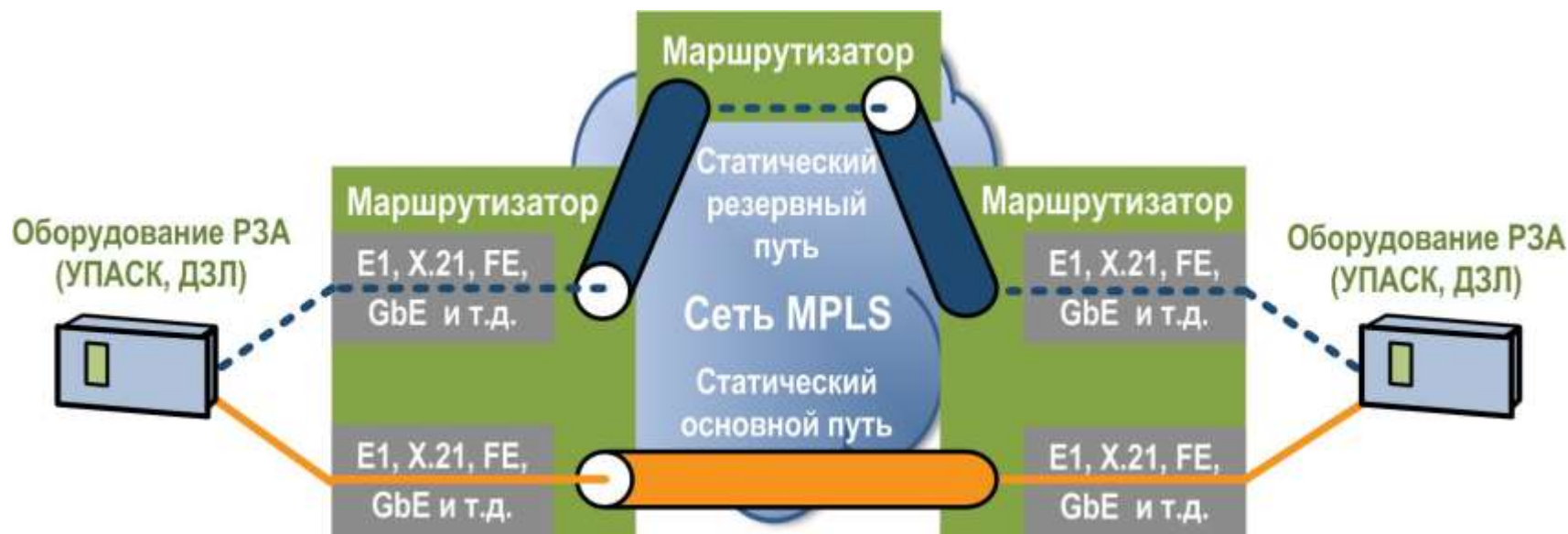
Решения на базе технологий пакетной коммутации, используемые у операторов связи и предлагаемые к внедрению в электроэнергетике, часто не учитывают

- требования по надежности каналов
- требования к задержке в каналах **РЗА**, ее стабильности и ее симметрии
- цикл реконструкции объектов в электроэнергетике значительно превышает время жизни устройств абонентов операторов связи, что приводит к необходимости поддержки традиционно используемых интерфейсов и протоколов в уже эксплуатируемых оборудовании и системах
- проблемы обеспечения информационной безопасности (**ИБ**)
- неопределенность границ применения различных технологий и протоколов пакетной коммутации при организации каналов технологической зоны
- отсутствие принципов построения каналов **РЗА** по сетям с пакетной коммутацией
- отсутствие методик испытаний каналов, использующих различные технологии и протоколы пакетной коммутации, как каналов технологической зоны
- неготовность энергопредприятий, в том числе служб **РЗА**, к эксплуатации решений на базе новых технологий (отсутствие подготовленного персонала, приборов и т.д.)

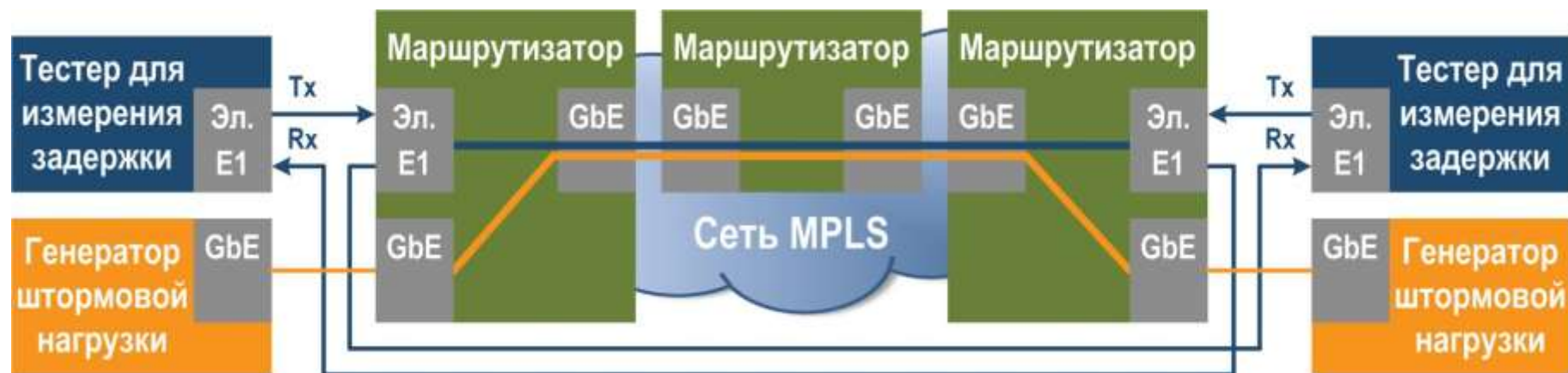


IP/Ethernet трафик передается через шину **Ethernet**, а данные синхронных интерфейсов через шину **TDM**

- увеличение затрат на инфраструктуру: или удвоение числа **ОВ** в **ВОК** между объектами, или использование технологии **xWDM**, или установка оборудования **OTN**
- по сравнению с отдельными сетями **SDH/PDH** и сетями с пакетной коммутацией
 - ограниченная функциональность
 - увеличение себестоимости в ряде проектов
 - меньшая надежность и безопасность



- возможность обеспечения надежности каналов, приближающейся к сетям **SDH/PDH**
- кроме передачи **Ethernet** трафика маршрутизаторы **MPLS** поддерживают синхронные интерфейсы (**G.703.1**, **X.21**, **E1**, **RS-232**) и **ИКМ** в низкочастотных каналах, что делает возможным их использование для уже эксплуатируемого оборудования с традиционными интерфейсами и протоколами
- возможность организации основных и резервных каналов по статическим путям с потенциально гарантированной пропускной способностью



Результаты измерений с использованием приборов каналов с интерфейсами **E1** (в том числе и при штормовых нагрузках)

- при соответствующих настройках маршрутизаторов **MPLS** величины задержек в каналах с интерфейсами **E1** и их симметрия приемлемы как для **УПАСК**, так и **ДЗЛ**
- накладные расходы при реализации высоконадежных каналов с гарантированной полосой многократно превышают скорость передачи данных на интерфейсах **E1** → вопрос об эффективности использования потенциально доступной пропускной способности в сетях **MPLS**, т.к. при большом числе каналов для существующих систем **РЗА** с синхронными интерфейсами преимущества пакетной коммутации нивелируются



Результаты испытаний **УПАК**, в котором реализовано бесшовное резервирование, как при штормовой нагрузке, так и без нее, с использованием преобразователей интерфейсов **С37.94/Е1**

- стабильная работа основного и резервного каналов
- задержка в канале удовлетворяет требованиям, предъявляемым к передаче команд
- физическое прерывание одного из путей в сети **MPLS** не приводит к прерыванию на выходе приемника постоянно передаваемых передатчиком команд, т.е. обеспечивается бесшовное резервирование



Результаты испытаний **ДЗЛ** как при штормовой нагрузке, так и без нее, с использованием преобразователей интерфейсов **С37.94/Е1**

- стабильная работа основного и резервного каналов
- задержка в канале и ее симметрия удовлетворяет предъявляемым **ДЗЛ** требованиям
- при физическом прерывании основного пути в сети **MPLS** работа терминалов **ДЗЛ** осуществлялась по резервному

Проблемы обеспечения **ИБ** актуальны во всех цифровых сетях независимо от технологии (**SDH/PDH, IP/Ethernet, MPLS, PBB-TE** и т.д.)



- мультиплексоры, коммутаторы и маршрутизаторы построены с использованием операционных систем (**ОС**) **Linux, Unix, QNX, pSOSystem** и т.д. часто устаревших версий с известными уязвимостями
- управляющее программное обеспечение (**ПО**) и системы управления сетями реализованы на базе **ОС Windows** или **Linux/Unix**
- срок устранения уязвимостей часто более одного года, а иногда устранить их невозможно, например, из-за прекращения поддержки **ОС** их производителями
- не исключена вероятность обнаружения новых уязвимостей

Как локально, так и удаленно, как немедленно, так и отложено могут быть поражены аппаратные и программные ядра сетевого оборудования, что может привести к отказу каналов или искажению передаваемой по ним информации

В ряде случаев, в отличие от **SDH/PDH**, в сетях с пакетной коммутацией поражение канала может быть обнаружено далеко не сразу (например, изменение приоритета канала **РЗА** с высокого на низкий)

Организация высоконадежных каналов для существующих и перспективных систем **РЗА** возможна как в сетях **SDH/PDH**, так и сетях с пакетной коммутацией

Для внедрения сетей с пакетной коммутацией вместо **SDH/PDH** необходимы

- объективные исследования преимуществ и недостатков сетей на базе разных технологий пакетной коммутации по сравнению с **SDH/PDH** при учете специфики существующих и перспективных приложений в корпоративной и технологической зонах
- испытания коммутаторов и маршрутизаторов, т.к. параметры каналов в них отличаются, причем даже у одного типа оборудования с разными версиями **ПО**
- выработка общих принципов построения в сетях с пакетной коммутацией каналов технологической зоны, в том числе для **РЗА**, и разработка методик их проверки
- проверка коммутаторов и маршрутизаторов на отсутствие незадекларированных возможностей (использование только доверенного оборудования), без чего в принципе не возможно обеспечение **ИБ** каналов технологической зоны

Переход от широко используемой в электроэнергетике и хорошо зарекомендовавшей себя для построения высоконадежных каналов технологии **SDH/PDH** к технологиям пакетной коммутации на настоящий момент времени не является необходимым

В НАШЕМ ЛИЦЕ ВЫ НАЙДЕТЕ НАДЕЖНОГО
ПАРТНЕРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВАШИХ ЗАДАЧ

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

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