

Система непрерывного мониторинга оптических волокон позволяет оперативно локализовать неполадки и деградации волокна.

Введение

Проблема надежности ВОЛС охватывает широкий круг вопросов и по своей сути является комплексной. Ее решение требует применения соответствующих методик оценки, расчета и контроля различных параметров оптических кабелей (ОК) и показателей надежности ВОЛС. Надежность ВОЛС зависит от различных конструктивно-производственных и эксплуатационных факторов. К первым относят факторы, связанные с разработкой, проектированием и изготовлением ОК и других вспомогательных изделий и устройств, входящих в состав ВОЛС. Ко вторым - все факторы, влияющие на надежность ОК в процессе его прокладки, монтажа и последующей эксплуатации.

Одним из основных эксплуатационных факторов, позволяющих прогнозировать ухудшение характеристик оптических волокон и обеспечивать требуемый уровень надежности ВОЛС, является непрерывный мониторинг ОК ВОЛС. При этом системы мониторинга ОК ВОЛС должны предусматриваться уже на этапе планирования и проектирования современных цифровых сетей связи. Это особенно важно и актуально для ВОЛС на воздушных линиях электропередачи (ВОЛС-ВЛ), применяемых при создании больших корпоративных сетей связи крупными энергокомпаниями. Такие ВОЛС-ВЛ имеют очень высокую надежность, но при этом в случае аварии требуют значительных затрат времени и материально-технических ресурсов на проведение аварийно-восстановительных работ .

В настоящее время ОК с одномодовыми оптическими волокнами различного типа являются наиболее совершенной средой для передачи информации. По полосе пропускания (скорость передачи свыше 10 Гбит/с), линейным потерям (затухание 0,2-0,25 дБ/км) и дальности передачи (свыше 150 км) ОК не имеют себе равных. Одна из важнейших задач - поддержание характеристик волокна на надлежащем уровне. Именно поэтому системы непрерывного мониторинга оптических волокон в ОК ВОЛС приобретают особую значимость при построении современных цифровых мультисервисных сетей.

1. Система дистанционного контроля ОК цифровой сети связи

Широкое распространение современных цифровых сетей на основе ВОЛС привело к пересмотру самих принципов их обслуживания и эксплуатации. Из-за больших объемов передаваемой информации в сети, высокой стоимости потери трафика вследствие повреждения ОК и большой протяженности ВОЛС требуется оперативное и квалифицированное обслуживание и своевременная диагностика ОК ВОЛС. Решение этих задач при построении крупных волоконно-оптических сетей возможно на основе применения автоматизированной системы непрерывного мониторинга ОК сети и перехода к принципу профилактического обслуживания ВОЛС.

1.1 Архитектура ONMS

Система ONMS строится по одной и той же схеме (см. рис. 1). При этом выделяют следующие функциональные элементы и устройства [10]:

- аппаратную часть;
- систему управления;

а также интегрированные элементы:

- геоинформационную систему (ГИС) привязки топологии сети к карте местности;
- базы данных ОК, оборудования сети, критериев и результатов тестирования ОК ВОЛС и сети в целом, и другие внешние базы данных.

Аппаратная часть включает:

- блоки дистанционного тестирования волокон RTU (Remote Test Unit), в которые могут устанавливаться модули оптических рефлектометров OTDR (Optical Time Domain Reflectometer), модули доступа для тестирования волокон OTAU (Optical Test Access Unit) - оптические коммутаторы и другие модули;
- центральный блок управления TSC (Test System Control) системой ONMS - центральный сервер;
- станции контроля сети ONT (Optical Network Terminal).

Элементами системы управления ONMS являются: станции контроля сети ONT (notebook или стационарные рабочие станции); соответствующее программное обеспечение; блоки управления в RTU; центральный блок управления TSC и сетевое оборудование, обеспечивающее связь между компонентами управления ONMS.

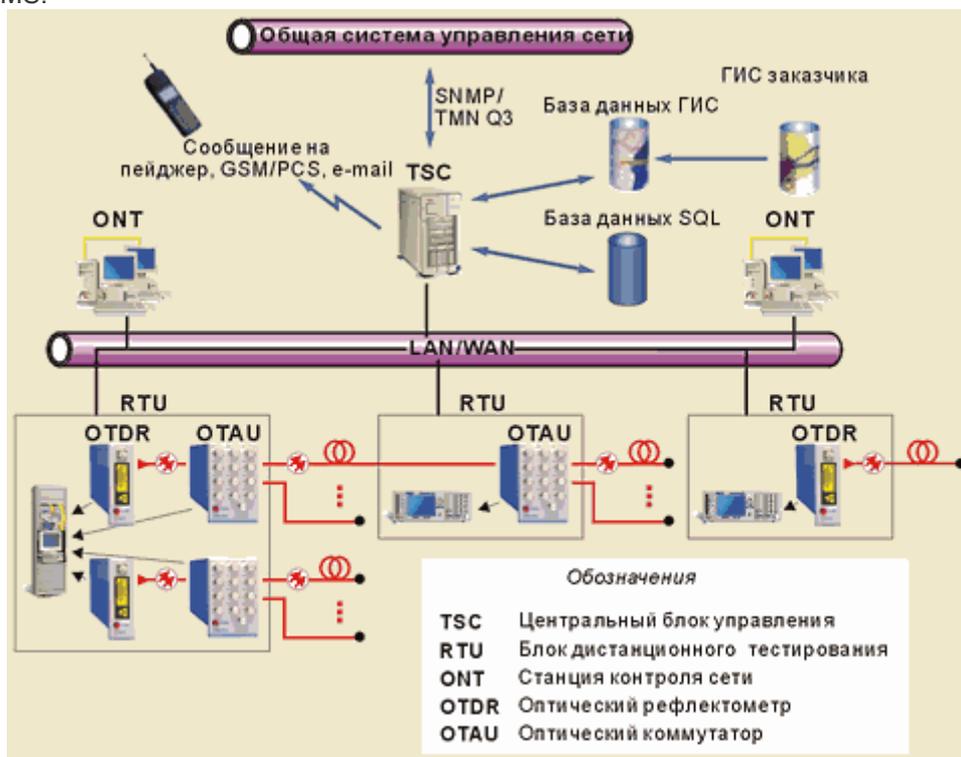


Рис.1. Архитектура системы ONMS

В стратегически важных точках сети устанавливаются блоки RTU (см. рис. 1). Конфигурация системы ONMS (выбор блоков RTU, их размещение по узлам сети и комплектация модулями OTDR, OTAU и др.) оптимизируется исходя из топологии сети, стоимости оборудования, требований надежности системы ONMS и других критериев. При этом тестироваться могут как пассивные волокна ВОЛС (метод тестирования пассивных оптических сетей), так и активные волокна (метод тестирования активных оптических сетей).

Оптический рефлектометр периодически снимает данные по затуханию с подключаемых к нему оптических волокон сети. Каждая полученная рефлектограмма сравнивается с эталонной, отражающей обычно исходное состояние волокна. Если отклонение от нормы превышает определенные, заранее установленные пороги (предупреждающий или аварийный), то соответствующий блок RTU автоматически посылает на центральный сервер системы предупреждение или сообщение о неисправности. Все рефлектограммы также поступают на центральный сервер, который сохраняет их в базе данных для дальнейшей обработки. Центральный сервер системы обеспечивает доступ ко всем результатам тестирования волокон для любой станции контроля сети и автоматически рассылает сообщения о неисправностях в зависимости от уровня серьезности события на заранее заданные IP- или электронные адреса, пейджеры и телефоны, узлы обслуживания ВОЛС.

1.2 Функции системы ONMS

Важнейшей функцией системы ONMS является то, что она постоянно автоматически ведет сбор и статистический анализ результатов тестирования оптических волокон сети. Статистический анализ с использованием корреляционных, многофакторных методов, а также современных нейросетевых методов дает возможность обнаруживать и прогнозировать неполадки волокна задолго до того, как они приведут к серьезным проблемам в сети.

На основе мониторинга сети при помощи ONMS можно проводить плановый и профилактический ремонт ОК в сети, не дожидаясь появления серьезных повреждений и аварий в кабельной системе.

Система ONMS значительно повышает безопасность сети - любое несанкционированное подключение к волокну неизбежно приводит к дополнительным потерям в оптическом канале, а значит, будет обнаружено и зафиксировано системой в реальном масштабе времени.

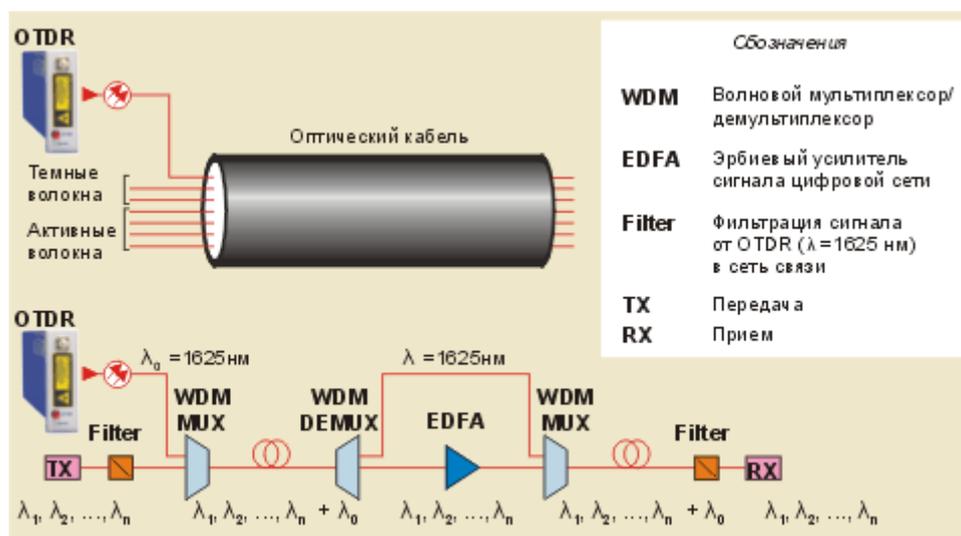
Другое не менее важное качество системы ONMS – графическое представление информации о состоянии сети. На центральном сервере системы установлена профессиональная ГИС, которая содержит точную электронную карту цифровой сети на местности. Вся информация о состоянии сети и документация по ОК хранится в базе данных SQL и может быть графически представлена на карте. Также на карту выводится полная информация о неисправностях волокон в ОК, включая их точное физическое местоположение.

Таким образом, система ONMS позволяет обслуживающему персоналу в реальном масштабе времени (практически мгновенно) узнавать, где произошел сбой и каков уровень потерь в волокне ОК ВОЛС. Это намного сокращает время поиска неисправностей и упрощает проведение профилактического обслуживания ВОЛС. Учитывая размеры современных цифровых волоконно-оптических сетей, важность и объемы передаваемой по ним информации, экономическую эффективность применения системы ONMS трудно переоценить.

1.3 Конфигурации системы ONMS

В системе ONMS можно реализовывать различные схемы и методы наблюдения за состоянием волокон и ОК. Свыше 90% неисправностей связаны с повреждением ОК в целом и будут обнаружены, если тестируется хотя бы одно оптическое волокно в кабеле. Это означает, что при относительно невысоких требованиях к надежности ВОЛС можно постоянно вести тестирование только одного волокна в ОК.

Допускается тестирование как "темных" волокон ОК, т. е. волокон, по которым не передаются данные цифровой сети связи в момент тестирования, так и активных волокон. При этом тестирование активных волокон проводится на длине волны излучения вне рабочей полосы пропускания и никак не влияет на качество передачи. Однако для тестирования активных волокон требуется установка на ВОЛС в сети спектральных мультиплексоров WDM (Wavelength Division Multiplexer) и обходных фильтров (см. рис. 2). Поэтому метод тестирования активных оптических волокон в сети требует больших затрат, и имеет смысл его применять только для волокон, на которых установлены цифровые системы передачи с особо важными каналами повышенной надежности, или в случае отсутствия темных волокон в ОК.



Возможны самые различные конфигурации системы ONMS и разные варианты тестирования волокон – одно темное волокно ОК, все волокна ОК, выделенные активные (самые важные) волокна ОК и т. д.