

# СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ОПТИЧНОЇ МЕРЕЖІ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*У даній роботі запропонований удосконалений метод організації зв'язку розподіленої волоконно-оптичної мережі для керування промисловими об'єктами та пристрій її моніторингу.*

**Ключові слова:** оптична мережа, оптичний рефрактометр, волоконно-оптичні лінії зв'язку, оптичний кабель

## *Abstract*

*An advanced method of organizing distributed fiber optic network communication was suggested for industrial facilities management and its monitoring device.*

**Keywords:** optical network, optical refractometer, fiber optic communication lines, optical cable

## Вступ

Волоконно-оптичні технології в наш час стають базовими для побудови телекомунікаційних промислових мереж, які зв'язують територіально розподілені датчики, виконавчі механізми та промислові контролери. Використання сучасних лазерних та фотонних технологій дозволяє розробити єдине ефективне інформаційне та керуюче середовище, яке об'єднує інтелектуальні технологічні пристрої і контролери промислового рівня. Волоконно-оптичні лінії є найбільш перспективним середовищем для організації передачі даних у протяжних мережах. [1].

Метою роботи є удосконалення організації зв'язку розподіленої волоконно-оптичної мережі для керування промисловими об'єктами та пристрою її моніторингу.

## Принцип роботи моніторингу оптичної мережі

Оскільки на виробництві велике значення відіграють саме контрольні-вимірювальні мережі та системи. Найчастіше з'являється необхідність проводити моніторинг різних параметрів високовольтного устаткування. Тому було вирішено побудувати структурну схему у деревоподібному вигляді, так як є необхідність передати сигнали з зони високої напруги в зону низької напруги та одночасно забезпечувати передачу інформації між робочими мережами.

В мережі використовується 3 волоконно-оптичних датчика температури для моніторингу приладів. Мережа розрахована на передачу інформації в радіусі 3 кілометрів між 2-3 корпоративними мережами та передачу сигналів від датчиків до серверу моніторингу і системи обробки даних. Швидкість передачі мережі становить 1гб/сек, а робоча довжина хвилі мережі 1310нм. Таку довжину хвилі забезпечують лазерні діоди Фабрі-Перо.

Передача в мережі починається з окремого перетворення кожного з аналогових сигналів в цифрові, а далі в оптичні. Після проходження кожного з потоків до оптичного мультиплексора відбувається комутація кожного з сигналів на окрему відповідну довжину хвилі для можливості їх передачі по одному волокну. Далі сигнали потрапляють до основного сервера моніторингу звідки відбувається подальша передача на систему обробки даних та перетворення кожного з оптичних сигналів у цифровий вигляд. За допомогою такої системи можна стабільно та швидко отримувати результати в вигляді показників та графіків, віддалено керувати параметрами таких приладів, навіть використовувати автоматичне регулювання параметрів та аварійні відключення. Система підлягає подальшому розширенню, тобто можливість підключити більше датчиків, інші прилади та об'єднати їх в єдину систему.



Рисунок 1 – Система моніторингу мережі

Основним експлуатаційним фактором, що дозволяє контролювати характеристики оптичних волокон і забезпечувати потрібний рівень надійності ВОЛЗ, є безперервний моніторинг оптичного кабелю (ОК) ВОЛЗ.

Найбільш ефективно завдання документування та контролю мережевого господарства може бути вирішено за допомогою автоматизованої системи адміністрування волоконно-оптичних кабелів, яка представляє собою систему віддаленого контролю оптичних волокон (Remote Fiber Test System - RFTS), програму прив'язки топології мережі до географічної карти місцевості, а також бази даних оптичних компонентів, критеріїв і результатів контролю. При цьому контроль оптичних волокон виконується за допомогою оптичних імпульсних рефлектометрів (Optical Time Domain Reflectometer - OTDR), що здійснює діагностування волокон по зворотньому розсіюванні світлової хвилі, що розповсюджується в пасивному або активному волокні оптичного кабелю [2].

У стратегічно важливих точках мережі встановлюються блоки RTU. Тестуватися можуть як пасивні волокна ВОЛЗ (метод тестування пасивних оптичних мереж), так і активні волокна (метод тестування активних оптичних мереж) [3].

Оптичний рефлектометр періодично знімає дані по затуханню з підключенням до нього оптичних волокон мережі. Кожна отримана рефлектограма порівнюється з еталонною, що відбиває зазвичай початковий стан волокна.

Якщо відхилення від норми перевищує певні, заздалегідь встановлені пороги (попереджувальний або аварійний), то відповідний блок автоматично посилає на центральний сервер системи попередження або повідомлення про несправності. Центральний сервер системи забезпечує доступ до всіх результатів тестування волокон для будь-якої станції контролю мережі і автоматично відправляє повідомлення про несправності в залежності від рівня серйозності події на заздалегідь задані IP- або електронні адреси, телефони, вузли обслуговування ВОЛЗ.

Далі розглянемо реалізацію проекту моніторингу існуючої мережі передачі даних.

Для контролю активних оптоволокон, тобто волокон, по яким поширюється робочий сигнал, OTDR повинен працювати на довжині хвилі, відмінній від робочої довжини хвилі для вимірюваного волокна. В існуючій мережі в якості робочої в даний час використовують довжину хвилі 1310 нм, довжина хвилі зондуючого сигналу - 1 625 нм.

Для забезпечення об'єднання робочого і зондуючого сигналів в один для передачі по оптоволоконному кабелю в рефлектометричну систему повинні входити оптичні фільтри мультиплектори-FWDM. На кожен вузол мережі необхідно два фільтра-мультиплектора, один з яких працює в режимі мультиплексування робочого і зондуючого сигналу, інший - демультіплексування сигналів. Ці мультиплектори дозволяють організувати на вузлі користувальницької мережі обхід (шунт) мультиплектора користувальницької мережі.

Блок дистанційного тестування RTU, розташований в головному вузлі, через певний інтервал часу, який задається оператором, посилає в тестуючу мережу імпульси. Ці імпульси передаються по активному волокну на довжині хвилі, відмінній від робочої довжини. Отже, тестовий сигнал не впливає (не спотворює) на робочий сигнал.

Оскільки зворотне релеївське (молекулярне) розсіювання відбувається по всьому волокну, існує постійне повернення світла на RTU. Блок управління бере пробний рівень, який вимірюється сенсором за певні проміжки часу, для того, щоб отримати його дані. Кожна точка цих даних описується тимчасовим рівнем потужності. Рівень потужності повернувся сигналу на нормальних ділянках волокна рівномірно зменшується від початку до кінця. У разі точкових розсіювань рівень різко падає, а в разі відображення Френеля рівень потужності різко йде вгору до максимального рівня у відповідній точці в порівнянні з рівнем нормального розсіювання.

Коли блок управління зібрав всі точки даних зондуючого імпульсу, він виводить інформацію на дисплей у вигляді рефлектограми.

Структурна схема розробленої системи моніторингу показана на рис. 2.

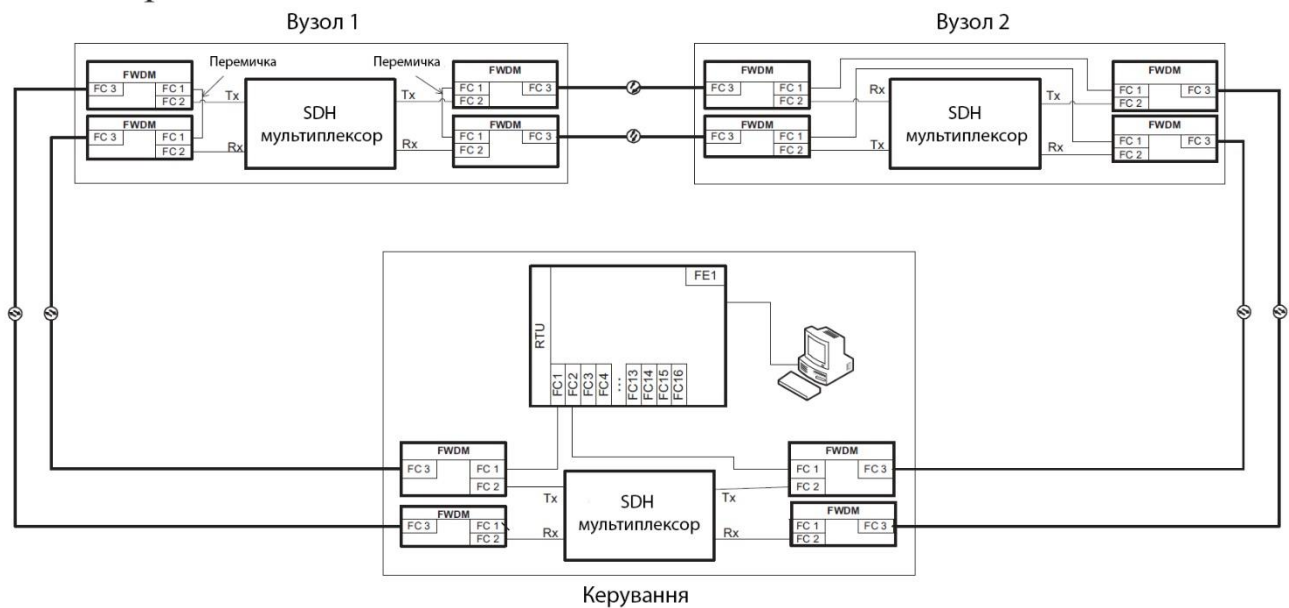


Рисунок 2 - Структурна схема системи моніторингу

Система моніторингу забезпечує:

- автоматичний збір і статистичний аналіз результатів тестування оптичних волокон мережі. Статистичний аналіз дає можливість виявляти і прогнозувати неполадки волокна задовго до того, як вони приведуть до серйозних проблем в мережі;
- можливість проводити плановий і профілактичний ремонт ОК в мережі, не чекаючи появи серйозних пошкоджень та аварій в кабельній системі;
- підвищену безпеку мережі, оскільки будь-яке несанкціоноване раніше підключення до волокна неминуче призводить до додаткових втрат в оптичному каналі, а значить, буде виявлено та зафіксовано системою в реальному масштабі часу;

- графічне представлення інформації про стан мережі. На центральному сервері системи встановлена професійна геоінформаційна система, яка містить точну електронну карту цифрової мережі на місцевості. Вся інформація про стан мережі і документація по ОК зберігається в базі даних SQL і може бути графічно представлена на карті. Також на карту виводиться повна інформація про неполадки волокон в ОК, включаючи їх точне фізичне розташування.

### **Висновки**

В результаті роботи була розроблена розподілена волоконно-оптична мережа для керування промисловими об'єктами та пристрій її моніторингу, який інтегрований у цю мережу. Таким чином, система RFTS дозволяє обслуговуючому персоналу в реальному масштабі часу дізнаватися, де стався збій і який рівень втрат в волокні ОК ВОЛЗ. Це набагато скорочує час пошуку несправностей і спрощує проведення профілактичного обслуговування ВОЛЗ. З огляду на розміри сучасних цифрових волоконно-оптичних мереж, важливість та обсяги переданої по ним інформації, впровадження системи віддаленого контролю оптичних волокон забезпечує безпечну передачу даних, захист від несанкціонованого доступу до мережі.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Буров, Євген Вікторович. Комп'ютерні мережі / Є. Буров; За ред. В. Пасічника. — 2-е вид, оновлене і доп. — Львів: БАК, 2003. — 584 с. : іл. — ISBN 966-7065-41-3
2. Родоміров Л., Скопин Ю.Г., Іванов А.Б. Методи і обладнання віддаленого тестування ВОЛЗ // Вісник зв'язку. - 1998. - № 5. - С. 64-71.
3. Gowar, John, Optical Communication Systems, 2 ed., Prentice-Hall, Hempstead UK, 2017 (ISBN 0-13-638727-6)

*Магдій Максим Сергійович* — студент групи ЛТО-19м, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: fkca.o15.mmc@gmail.com

Науковий керівник: *Лисенко Геннадій Леонідович* — к.т.н., професор, заступник першого проректора з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу, директор Головного центру організаційного та методичного забезпечення навчання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

*Mahdii Maksym S.* — student of LTO-19m group, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: fkca.o15.mmc@gmail.com

Supervisor: *Lysenko Hennadii L.* — Cand. Sc. (Eng.), Professor, Deputy First Vice-Rector for Scientific and Pedagogical Work on the Organization of the Educational Process, Director of the Main Center for Organizational and Methodological Support for Training, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia