-УДК 681.2

Чапкін Б.Ю.,
Кожем'яко А.В.

АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сучасний розвиток телекомунікацій та Інтернету речей вимагає впровадження надійних пасивних оптичних мереж, що робить традиційні ручні методи їх діагностування вкрай неефективними. Розроблений програмно-апаратний комплекс перебирає на себе управління фізичними приладами та здійснює автоматичний синтаксичний аналіз рефлектограм у режимі реального часу. Для оцінки якості слабких цифрових сигналів від сенсорів у системі впроваджено алгоритми розрахунку модуля вектора помилки та ймовірності бітової помилки із модулем цифрової еквалізації.

Ключові слова: пасивна оптична мережа, віртуальна інформаційно-вимірювальна система, LabVIEW, Інтернет речей, ймовірність бітової помилки.

Abstract

The modern development of telecommunications and the Internet of Things (IoT) requires the implementation of reliable passive optical networks (PON), rendering traditional manual diagnostic methods highly inefficient. The developed hardware-software complex abstracts the control of physical instruments and performs automatic parsing of reflectograms in real time. To evaluate the quality of weak digital signals from sensors, the system implements algorithms for calculating the error vector magnitude (EVM) and bit error rate (BER) alongside a digital module..

Keywords: passive optical network, virtual information-measurement system, LabVIEW, Internet of Things, bit error rate.

Вступ

Сучасні телекомунікації та стрімкий розвиток Інтернету вимагають впровадження надійних пасивних оптичних мереж (ПОМ). Однак зі зростанням складності таких інфраструктур традиційні методи ручного тестування стають вкрай неефективними. Тому розробка та вдосконалення автоматизованих віртуальних інформаційно-вимірювальних систем (ВІВС) контролю параметрів пасивних оптичних мереж є надзвичайно актуальним завданням.

Метою дослідження є підвищення ефективності, точності та надійності моніторингу параметрів ПОМ шляхом перенесення основного аналітичного навантаження з апаратного забезпечення на програмне середовище.

Результати дослідження

Для вирішення поставленого завдання було розроблено багаторівневу архітектуру ВІВС у середовищі графічного програмування LabVIEW. Головна концепція полягає у використанні комп'ютера зі спеціалізованим ПЗ як ядра системи, що керує фізичними вимірювальними приладами (оптичними рефлектометрами, спектроаналізаторами, платами збору даних) через стандартизовані інтерфейси (зокрема архітектуру VISA).

Для оцінки якості передачі слабких цифрових сигналів від датчиків IoT у розробленій системі впроваджено програмний розрахунок модуля вектора помилки (EVM). Модуль порівнює масив ідеальних бітів із масивом фактично прийнятих системою спотворених символів на комплексній площині, після чого за допомогою математичної апроксимації обчислюється ймовірність бітової помилки (BER).

Створена віртуальна інформаційно-вимірювальна система була успішно протестована на імітаційних моделях різних конфігурацій ПОМ. Завдяки впровадженню алгоритмів автоматичного синтаксичного аналізу рефлектограм та цифрового усереднення зібраних даних, вдалося досягти високої стабільності показників. Крім того, під час моделювання багатопозиційної частотної маніпуляції (8-

FSK) було виявлено значну деградацію сигналу через дисперсію. Впровадження у BIBC модуля цифрової еквалізації дозволило ефективно компенсувати на програмному рівні. Це забезпечило розширення динамічного діапазону та підтримку безпомилкової передачі даних на відстані до 35 км.

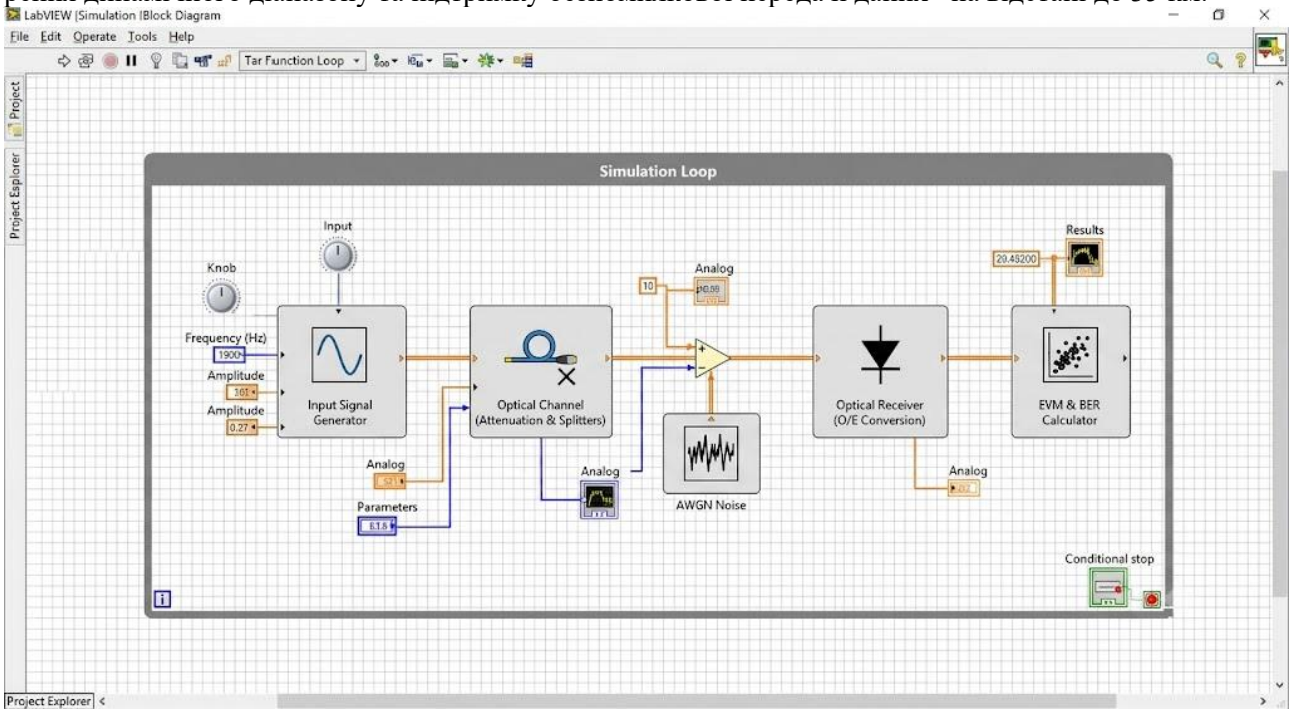

Рисунок 1 – Віртуальна вимірювальна система в середовищі LabVIEW

Загалом, завдяки автоматизації процесів ініціалізації обладнання, зчитування масивів та формування звітів, загальний час рутинного діагностування оптичних трактів скоротився на 80% порівняно з традиційними ручними методами вимірювання.

Висновки

Проведені дослідження доводять, що розроблена віртуальна інформаційно-вимірювальна система в середовищі LabVIEW є високоефективним інженерним рішенням. Перенесення процесів обробки на програмний рівень дозволяє не лише замінити вузькоспеціалізовані апаратні аналізатори, але й суттєво підвищити точність локалізації дефектів та якість цифрового зв'язку телекомунікаційних інфраструктурах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Agrawal G. P. Fiber-optic communication systems. 5th ed. : Wiley, 2021.
2. Кожем’яко, А., Крупельницький, Л., Войцеховська, О., & Булига, І. (2026). Засоби інтелектуального оброблення даних для робототехнічних систем. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології, 51(1), 57–67. https://doi.org/10.31649/1681-7893-2026-51-1-57-67.
3. LabVIEW Community Edition [Електронний ресурс] / National Instruments. — Режим доступу: https://www.ni.com/en/support/downloads/software-products/download.labview-community.html. — Назва з екрана.

Чапкін Богдан Юрійович – студент групи КОІС-21б, факультет інформаційних електронних систем Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : bodja.chapkin@gmail.com

Науковий керівник: ***Кожем’яко Андрій Вікторович –*** канд. техн. наук, доцент кафедри БМІОЕС, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : kvantron@vntu.edu.ua

Chapkin Bohdan – Department of Information electronical system, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: ***Koshemiako Andrii V. –*** Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, BMIOES, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia