

Вінницький національний технічний університет  
Факультет комп'ютерних систем та автоматики  
Кафедра лазерної та оптоелектронної техніки

# МЕТОД ТА ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ДАНИХ ПО ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОМУ ІНТЕРФЕЙСУ ЛІНІЇ ДО РЕКЛАМНОГО СВІТЛОДІОДНОГО ТАБЛО

**Матеріали до дипломної роботи за освітньо-кваліфікаційним рівнем  
«магістр» із лазерної та оптоелектронної техніки**

Доповідач студент гр. ЛТО  
А.С. Загамула

Науковий керівник:  
к.т.н., доц. Маліновський В. І.

# АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

Оптичні інтерфейси зв'язку у промислових розробках і рекламних технологіях використовується досить давно, ще спочатку минулого століття, і здійснюється шляхом передачі інформації за допомогою електромагнітних хвиль оптичного діапазону.

Сучасні системи та рекламні табло для ефективного відображення візуальної інформації на основі модульних світлодіодних екранів є перспективним напрямком і актуальним трендом сучасної галузі світлових рекламних технологій і представлення в якості альтернативт проєкційним екранам з великим розміром зображень (кілька сотень м<sup>2</sup>). У минулому значної практичної реалізації на практиці здобули складові екрани на електронно-променевих трубках (ЕПТ), газорозрядних панелях постійного і змінного струмів (ГПП і ГПЗ). У сучасній рекламній галузі використані зокрема екрани на світловипромінюючих діодах (СД) або (LED), які переважають всі попередні розробки по технічним характеристикам і якості відтворення зображень.

Для отримання рекламного зображення, яке складається з окремих фрагментів на великому табло, необхідно усунути зони, що не випромінюють. Причиною появи таких темних зон є товщина стінок, яка у звичайних ЕПТ приблизно дорівнює 5-10 мм.

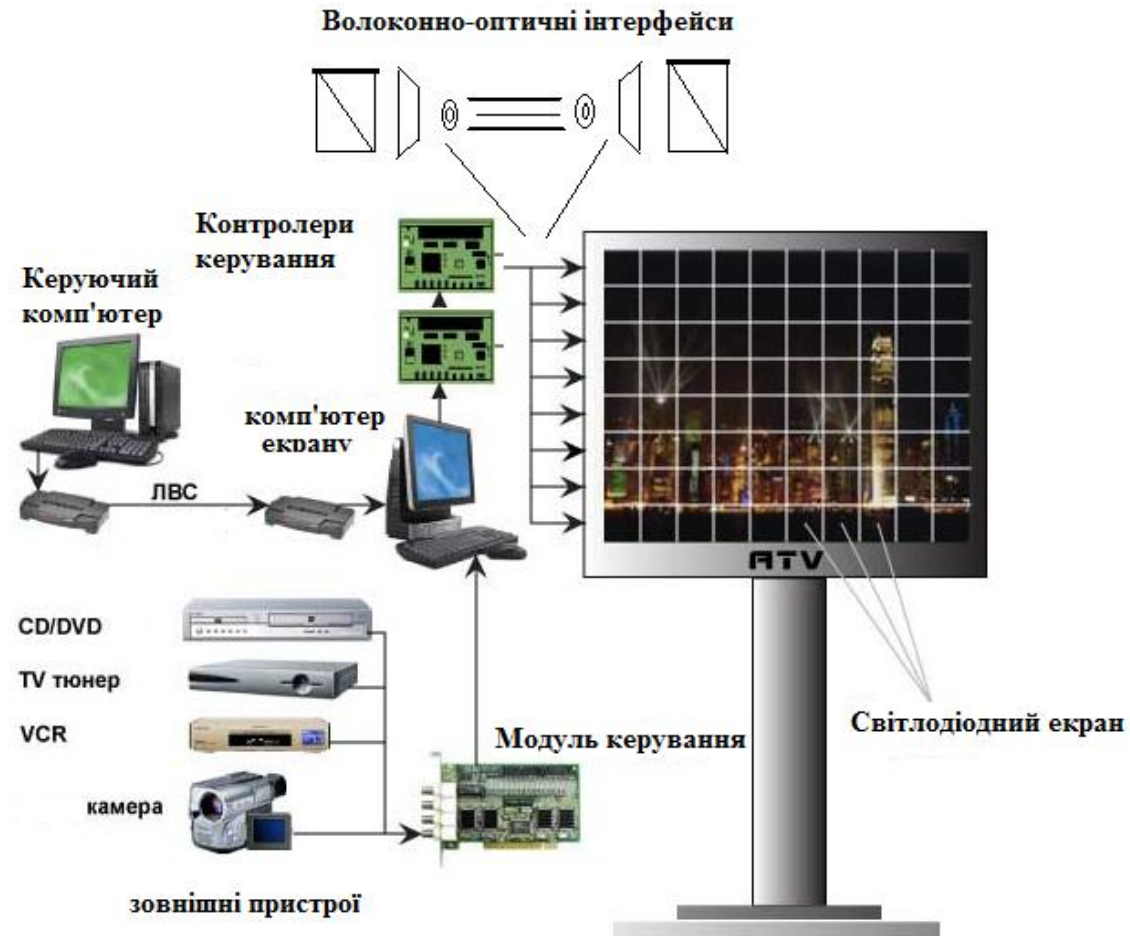


# АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

Крім високої яскравості для даних пристроїв існує проблема якісної і максимально точної передачі (без спотворень) інформації та до екрану табло від джерела - персонального комп'ютера, або мобільного пристрою. Серед всіх існуючих варіантів інтерфейсів зв'язку: WiFi, WiMax, USB, I2C, Serial RS485/232, Ethernet тільки оптичні варіанти такі як Optical Ethernet, або OptoBus можуть і здатні забезпечити необхідні високі показники швидкості, захищеності, гальванічної розв'язки, захищеності і високої точності та найменшої спотвореності даних, а також нейтральності каналу у промислових мовах із високим числом впливів та електромагнітних завад зовнішнього середовища, сучасних мегаполісів.

Але навіть використання оптичних технологій інтерфейсів, таких як Optical Ethernet не має достатньої надійності та стабільності передавання даних на відносно невеликій відстані до 1-5км при широкій смузі пропускання. Тому постає проблема розробки новітніх методу та засобу підвищення точності передавання вимірювальних даних по волоконно-оптичному інтерфейсу лінії до рекламного світлодіодного табло, здатних забезпечити високі вимоги якості і надійності передачі даних до сучасних світлодіодних засобів відтворення рекламних даних.

# ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ СИСТЕМ ВІДОБРАЖЕННЯ НА РЕКЛАМНИХ СВІТЛОДІОДНИХ ТАБЛО

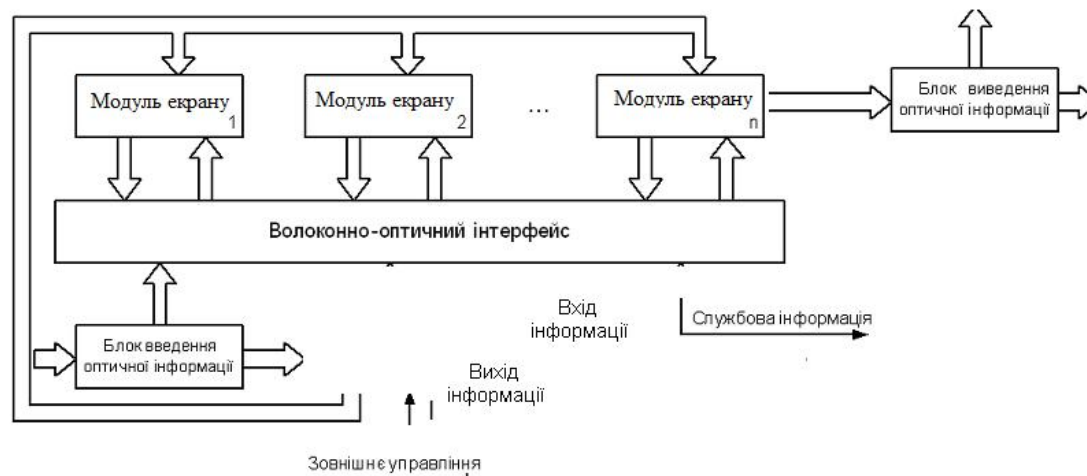


Структура сегменту мережі із рекламним LED табло і волоконно-оптичними інтерфейсами

## ВИКОРИСТАННЯ ВОЛ-ІНТЕРФЕЙСІВ СИСТЕМ ВІДОБРАЖЕННЯ НА РЕКЛАМНИХ ТАБЛО

До переваг волоконно-оптичних систем передачі можна віднести стабільність та захищеність передачі, високу швидкість до 10 – 40 Гбіт/с в одному каналі, та велику довжину ретрансляційних ділянок до 100-200км. не потребують зовнішніх затрат енергії). Однак існують проблеми надійної передачі сигналів до LED-табло, без спотворень і втрат, оскільки це значно впливає на якість відтворення і виведення графічних зображень.

Тому постають задачі розробки нових і вдосконалення існуючих методу та засобу підвищення точності передавання вимірювальних даних по волоконно-оптичному інтерфейсу лінії до рекламного світлодіодного табло, здатних забезпечити високі вимоги п якості і надійності передачі даних до сучасних світлодіодних засобів відтворення рекламних даних. У сучасних системах використовуються характеристики 2-х методів збільшення пропускної здатності та підвищення якості зв'язку: 1) Оптичне спектральне ущільнення каналів(WDM); 2) Часове ущільнення каналів(TDM та WDM). Також є варіанти симбіозу цих технологій у волоконно-оптичних інтрефейсах для використання у інтерфейсах із ВИСОКИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ



## МЕТА, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Метою роботи є* підвищення параметрів точності передавання даних через волоконно-оптичний інтерфейс до системи рекламного інформаційного табло, розширення функціональних можливостей волоконно-оптичного інтерфейсу для з'єднання віддаленого рекламного табло (екрану) із комп'ютерним комплексом на промислових об'єктах.

*Об'єктом дослідження є* процес передавання інформаційних даних до віддаленого від користувача інформаційного табло на промислових об'єктах за допомогою локальних волоконно-оптичних інтерфейсів.

*Предмет дослідження:* локальні волоконно-оптичні інтерфейси із підвищеними показниками точності для з'єднання сенсорів об'єкта контролю із комп'ютерним комплексом генерації рекламної інформації, їх статичні та динамічні характеристики.

## ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Завданнями дослідження є:*

- Проаналізувати існуючі волоконно-оптичні інтерфейси на промислових об'єктах та обґрунтувати переваги і вибір їх оптимального варіанту по відношенню до існуючих;
- Проаналізувати існуючі волоконно-оптичні інтерфейси на промислових об'єктах та обґрунтувати переваги і вибір їх оптимального варіанту по відношенню до існуючих;
- Розробити або вдосконалити існуючу математичну модель передачі даних із підвищеними показниками точності для групи сигналів даних у локальних оптоволоконних інтерфейсах спільного передавання інформаційних даних до рекламного світлодіодного табло;
- Вдосконалити метод універсального оптичного передавання інформації у локальних волоконно-оптичних інтерфейсах із врахуванням промислових умов та зовнішніх впливів для досягнення вищої стабільності і точності;
- Розробити структурні схеми та алгоритмічну частину локальних волоконно-оптичних інтерфейсів та схему із рекламним LED-табло;
- Провести комп'ютерне моделювання та оцінку статичних та динамічних характеристик, а також розрахунок основних оптичних параметрів локальних волоконно-оптичних інтерфейсів, дослідити їх властивості на промислових об'єктах відображення рекламної інформації.

## НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

- Вдосконалено метод передавання сигналів у волоконно-оптичному інтерфейсі, що дозволяю передачу сигналів із забезпеченням вищої стабільності та надійності передачі даних до рекламного світлодіодного табло через волоконно-оптичний інтерфейс, та на відміну від відомого використовує процес компенсації загальної дисперсії у волокні, спектральну фільтрацію на вході інтерфейсу та оптичну фільтрацію спектральних складових для зменшення перехрестних взаємодій на виході, а також передбачає функціонування інтерфейсу виключно у режимі контролю оптичних потужностей лазерних джерел у діапазоні до порогового появи нелінійних явищ. І передбачає використання надлишкового кодування при передаванні інформації у інформаційному оптичному тракті.
- Вдосконалено класифікацію волоконно-оптичних кабелів, для інтерфейсів, яка на відміну від відомої включає спеціальний клас – волоконно-оптичні кабелі спеціального призначення, які включаються об'єднання функцій волоконно-оптичних інтерфейсів і об'єднаних провідників із металевими струмонесучими жилами для дистанційної передачі живлення у одній оболонці.
- Вдосконалено математичну модель передачі сигналу у оптичному інтерфейсі до рекламного світлодіодного табло, яка дозволяє враховувати параметри фільтрації сигналу, які паралельно розповсюджується у волокні і враховує компоненти хвиль додаткових спектрів пропорційна кількості каналів у волоконно-оптичному інтерфейсі при хвильовому мультиплексуванні WDM, а також величину втрат і перехресних взаємодій додаткових спектрів оптичних каналів. Це дозволило більш точно оцінити вплив негативних спектральних складових для його подальшої компенсації.



## ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

- Вдосконалено структуру волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних інтерфейсів, яка на відміну від відомої включає фільтри на вході каналу інтерфейсу та оптичні фільтри на виході, що дозволяє компенсувати вплив негативних спектральних складових, а також включає блоки надлишкового кодування для підвищення надійності процесу. Це дозволяє більш точно передавати інформацію і із вищою стабільністю.
- Модифікованого конструкцію волоконно-оптичного кабелю системи інтерфейсу каналу на базі волокна і суміщеного провідника передачі даних і живлення до рекламного табло, що дозволило розширити функціональні можливості, зробити структуру компактною і зменшити число комунікацій, і яка на відміну від відомої включає спільне діаметральне розміщення одного волоконного багатоходового середовища і енергетичного несучого середовища, що оточено енергетичним несучим середовищем по периметру(контур) на основі пар металевих провідників, розташованих поряд із волоконно-оптичним середовищем. Це дозволяє виконувати передачу більш надійно, захищено і розширити функціонал застосування. А також представляє практичний інженерний інтерес для побудови повністю оптичних інформаційно-енергетичних мереж.
- Вдосконалено структуру інтерфейсу зв'язку із рекламним табло. Яка включає і структурну організацію мережі, що включає менше число необхідних комунікацій і дозволяє розширити функціонал і надійно передавати інформаційні дані (із мінімальним спотворенням) до рекламного табло.

# АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ІНТЕРФЕЙСІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ДО РЕКЛАМНОГО ТАБЛО

Проведемо основні техніко-економічні показники аналогу та пристрою, що розробляється у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники аналогу системи

Показник	Система, яка розробляється	Аналог
Швидкість передачі (Мбіт/с)	1000	100-750
Дальність передачі (км)	1-20	.1-1
Точність передавання даних	$10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-9}$
Собівартість, грн	--	--

Таблиця 1.2 – Характеристики основних техніко-економічних параметрів

Параметр порівняння	Аналог на основі ВОЛЗ	Нова розробка на основі ВОЛЗ
Максимальна швидкість передачі даних, МБіт/с	1000	1000-2500
Максимальна відстань передачі інформації без підсилення, км	0.1-1	0.1-2
Час встановлення необхідної апаратури та пристроїв, днів	120 - 180	3 – 14
Робоча частота, ГГц	До 600	До 600

Конфіденційність інформації, що передається	Дуже мала можливість підключення	Абсолютна неможливість підключення
Середня ціна систем зв'язку з швидкістю 1.25 Мбіт/сек	5000	2500

# АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ІНТЕРФЕЙСІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ДО РЕКЛАМНОГО ТАБЛО

Таблиця 1.1 – Параметри сучасних комп'ютерні інтерфейсів передавання даг

Інтерф ейс	Вер- сія	Швидкість передачі інформації Мбіт/с	Дальність зв'язку, м	Ціна реал. 1м, \$
USB	1.1	1- 12	5-10	0.25
	2.0- 3.0	480-1500	5-10	0.3
1394		100-500	3-10	5.3
RS232-485		2 – 120 Кбіт/с	3-5	3
Bluetooth		1000 Кбіт/с	10-120	4
Serial ATA	1	1,5 Гбіт/с	0.5 - 1	2
	2	3 Гбіт/с	0.5 - 1	2
FC		1 Мбіт/с – 10 Гбіт/с	5-10км	6.5
HIPPI		200-1600 Мбіт/с  6Гбіт/с	10·10 <sup>3</sup>	18.0
FDDI/CDDI		100 Мбіт/с -1 Гбіт/с	2-5·10 <sup>3</sup>	0.4- 8.4
ВОІЕК		До 100 Мбіт/с -0.5 Гбіт	100м	≈10

# АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ІНТЕРФЕЙСІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ДО РЕКЛАМНОГО ТАБЛО

Параметри сучасних інтерфейсів передавання даних

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика існуючих інтерфейсів конкурентів із системою, що розробляється

Назва інтерфейсу	Номінальна швидкість передавання даних, Мбіт/с	Номінальна дальність передавання, м	Енергетична пропускна здатність, Вт	Захищеність даних, ум.од.*
FC	1000	200	100	0.21
FDDI / CDDI	1000/100	300	10 <sup>4</sup>	0.6
PLC	0.3	15·10 <sup>3</sup> - 75·10 <sup>3</sup>	10 <sup>5</sup>	0.41
USB	100-480	150	15	0.3
POE	11	10	2.5	0.3
VOIEIK	700 Мбіт/с	100	10-15	0.8

Вирішення завдання розробки новітніх методів та засобів підвищення точності передавання вимірювальних даних по волоконно-оптичному інтерфейсу лінії до рекламного світлодіодного табло, здатних забезпечити високі вимоги якості даних і надійності передачі рекламної інформації до сучасних рекламних табло ізвикористанням наявних стандартизованих оптичних технологій інтерфейсів, таких як Optical Ethernet, OptoBus або VOIEIK для забезпечення достатньої стабільності надійності і малого коефіцієнту виникнення помилки ( високої стабільності передавання даних) на відносно невеликій відстані до 1-5км при широкій смузі пропускання і високій швидкодії.

# ВДОСКОНАЛЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО\_ЕНЕРГЕТИЧНИХ КАБЕЛІВ



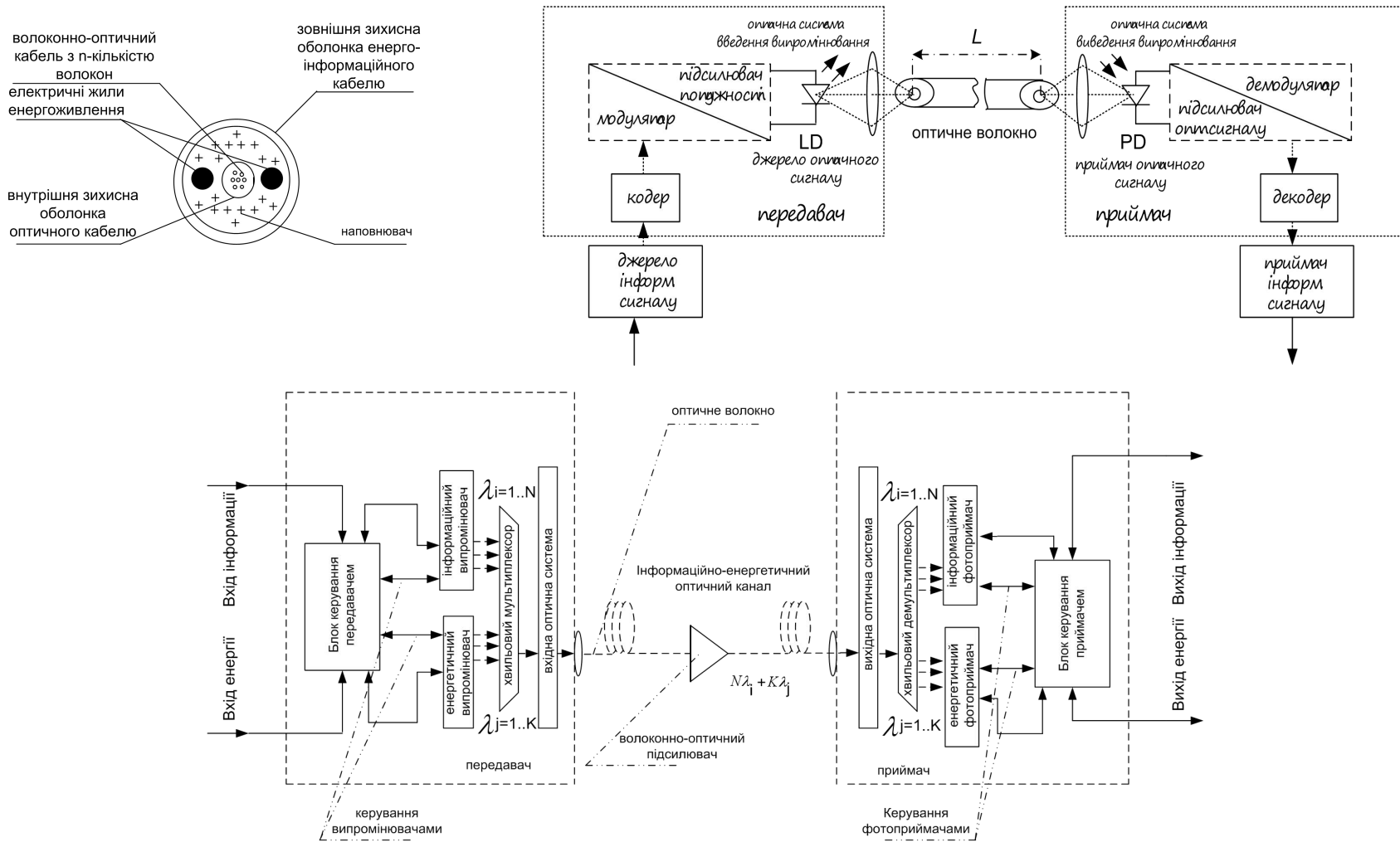
Відома класифікація інформаційно-енергетичних провідників



Вдосконалена класифікація інформаційно-енергетичних провідників

Була модифікована класифікація інформаційно-енергетичних провідників із врахуванням особливостей їх застосування для високостабільної передачі передачі даних у локальних застосуваннях (для зв'язку із рекламними модулями світлодіодних табло)

# Узагальнені підходи та відомі технології волоконно-оптичних інтерфейс-каналів



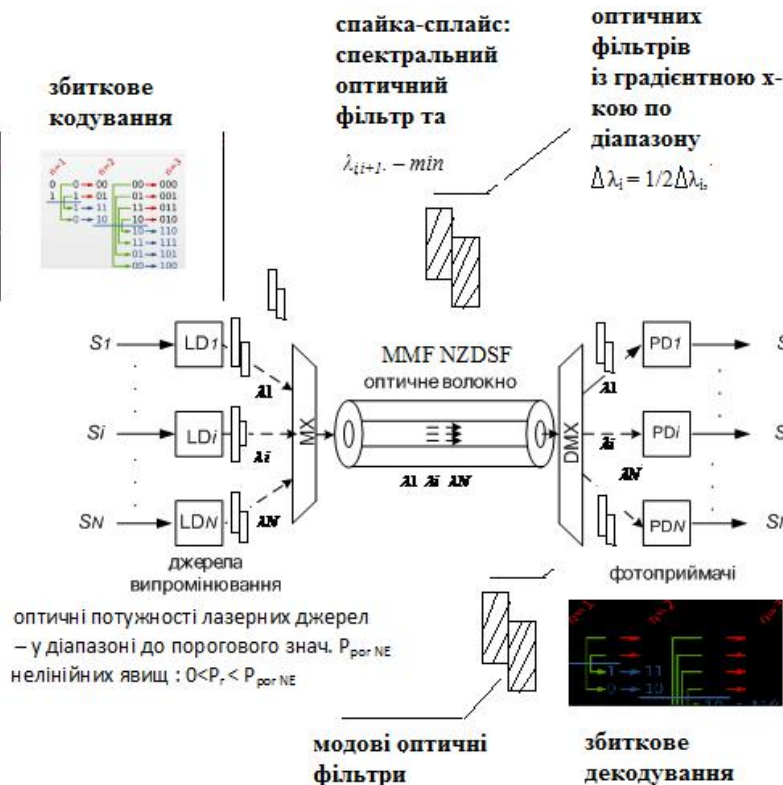
Спрощені структурні схеми ВОІЕІК для спільної передачі потоків і енергії живлення для локальних застосувань та технології бінарних провідників  
 Більш деталізовано структурні схеми описані в пояснювальній записці

# ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ І СТРУКТУРИ ОПТИЧНИХ ІНТЕРФЕЙС КАНАЛІВА І КАБЕЛІВ ІНТЕРФЕЙСУ ЗВ'ЯЗКУ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗАДАЧЫ ОБМІНУ ДАНИМИ ІЗ РЕКЛАМНИМ ТАБЛО

В середині волокна ОВ для покращення самого методу передачі пропонується використовувати цілий ряд заходів, зокрема:

- Використання волокон із ненульовою зміщеною дисперсією: MMF NZDSF у багатомодовому варіанті. Для компенсації загальної дисперсії  $t_z$  і збільшення загальної швидкості каналу  $V_{max}$  [біт/с];
- Використання спектральних фільтрів на вході лазерних джерел з метою обмеження і часткової обрізки ширини спектрів лазерних джерел в інформаційно-енергетичних інтерфейсах з метою зменшення  $\Delta\lambda_{i,i+1}$ , і визначення формування чіткого спектру  $\Delta\lambda_{i,i+1} - min$  (на практиці із  $\Delta\lambda_i=2-4\text{нм} - min$   $\Delta\lambda_i=0.5-1\text{нм}$ , а для світлодіодів LED  $\Delta\lambda=5-15\text{нм}$ );  $\Delta\lambda_{i,i+1} - min$
- Використання оптичних фільтрів по спектральним складовим із градієнтною диспергуючою характеристикою по всьому діапазону  $\Delta\lambda_i = 1/2\Delta\lambda_i$ , для зменшення перехрестних взаємодій.
- Використання режимів роботи оптичних потужностей лазерних джерел виключно в діапазоні до порогового появи нелінійних явищ [21], тобто  $0 < P < P_{por NE}$ , де  $P_{por NE}$  – порогові значення появи нелінійних явищ.
- Використання збиткового кодування/передавання, інформації в інформаційному тракті і повторної передачі, за рахунок втрати частотної смуги сигналу  $W$  по швидкості передавання у об'єднаних провідників шляхом застосування модифікованого методу оптичного хвильового мультиплексування WDM для волоконно-оптичних інтерфейс-каналів.

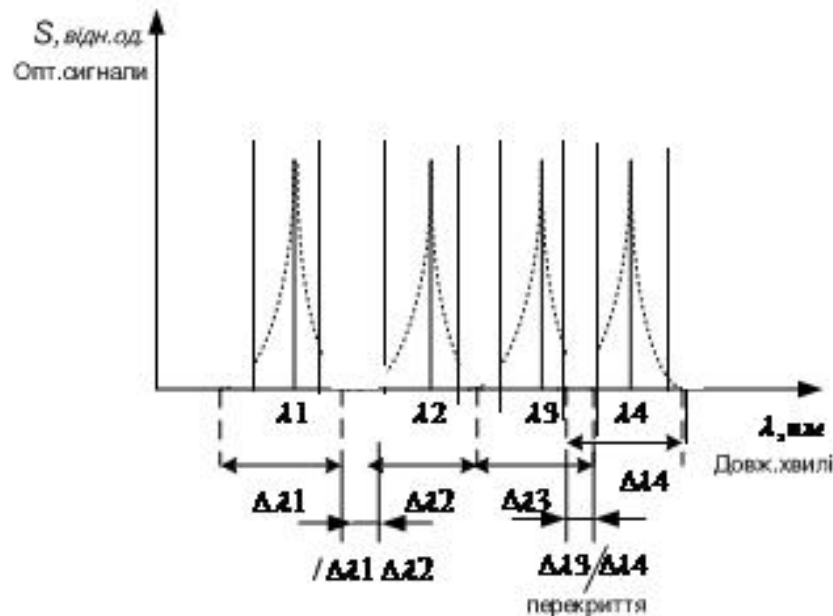
збиткового кодування/передавання, інформації в інформаційному тракті і повторної передачі



Метод і узагальнена структура інформаційно-енергетичних кабелів (об'єднаних провідників) для цільовому призначенню

# ПРОБЛЕМА НАКЛАДЕННЯ І СКОРОЧЕННЯ СПЕКТРІВ ОПТИЧНИХ СИГНАЛІВ ТА ОБРІЗКА ХВОСТОВИКІВ СПЕКТРІВ ПРИ WDM-РОЗМІЩЕННІ У ОБ'ЄДНАНИХ ПРОВІДНИКАХ ВОЛ-ІНТЕРФЕЙСІВ

скорочення спектру  
за рахунок оптичної фільтрації  
хвостовиків  $\Delta\lambda_1 = 1/2\Delta\lambda_2$

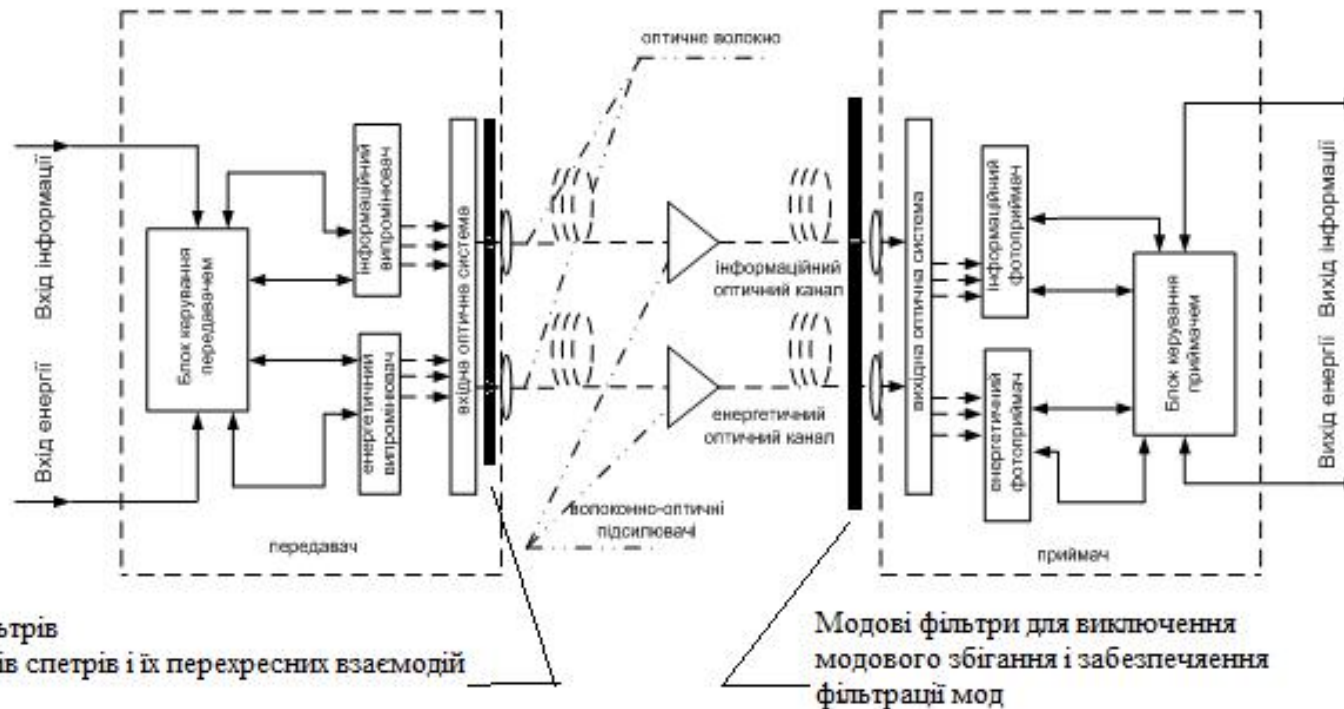


основний підхід –  
застосування процесу  
оптичної фільтрації кінцевих  
спектральних каналів wdm у  
вол-інтерфейсів

Оптичні смуги спектрів одиничних довжин хвиль  $\Delta\lambda_3, \Delta\lambda_4$  сигналів перекиваються, що створює умови високих завад і низької стабільності для цих сигналів при їх відновленні на фотоприймачі WDM-каналу ВОЛІ інтерфейсу. Тому для стабільної роботи необхідно розміщувати канали з певним мінімально допустимим інтервалом  $1/\Delta\lambda_{i,j+1}$ , як це показано для спектрів сигналів  $\Delta\lambda_1, \Delta\lambda_2$ .



# МОДИФІКАЦІЯ СТРУКТУРИ ОБ'ЄДНАНИХ ПРОВІДНИКАХ ВОЛ-ІНТЕРФЕЙСІВ



Блок фільтрів кінцевиків спектрів і їх перехресних взаємодій

Модові фільтри для виключення модового збігання і забезпечення фільтрації мод

Вдосконалена структурна схема волоконно-оптичного інформаційно-енергетичного каналу, що передбачає фільтрацію і містить спектральні оптичні фільтри на вході і виході

$$T_{\rho} = \sum_{i=1}^N \frac{P_{\text{opt}} \lambda_i}{S_{\text{core}}} = \sum_{i=1}^N \frac{P_{\text{opt}} \lambda_i}{\pi r_{\text{core}}^2} = \sum_{i=1}^N \frac{P_{\text{opt}} \lambda_i}{\pi r_{\text{core}}^2}$$

Сумарна кількість спектрів каналів системи  $S_{\text{sum}}$  із врахуванням фільтрації спектральними оптичними фільтрами визначиться як:

$$S_{\text{sum}} = \sum_{i=1}^N \lambda_i + \sum_{j=1}^K \lambda_j - \sum_{j=1}^M \Delta \lambda_j - \sum_{j=1}^M \Delta \lambda_j$$

де  $T_{p_{\text{opt}, \lambda_i}}$  – оптична потужність довжини хвилі  $\lambda_i$ , що відповідає кожному  $i$ -му каналу зв'язку;

$r_{\text{core}}$  – радіус серцевини оптичного волокна;  $S_{\text{core}}$  – площа серцевини оптичного волокна;

$N$  – кількість каналів у оптичному волокні, розташованих на оптичних частотах  $\lambda_i$ ,

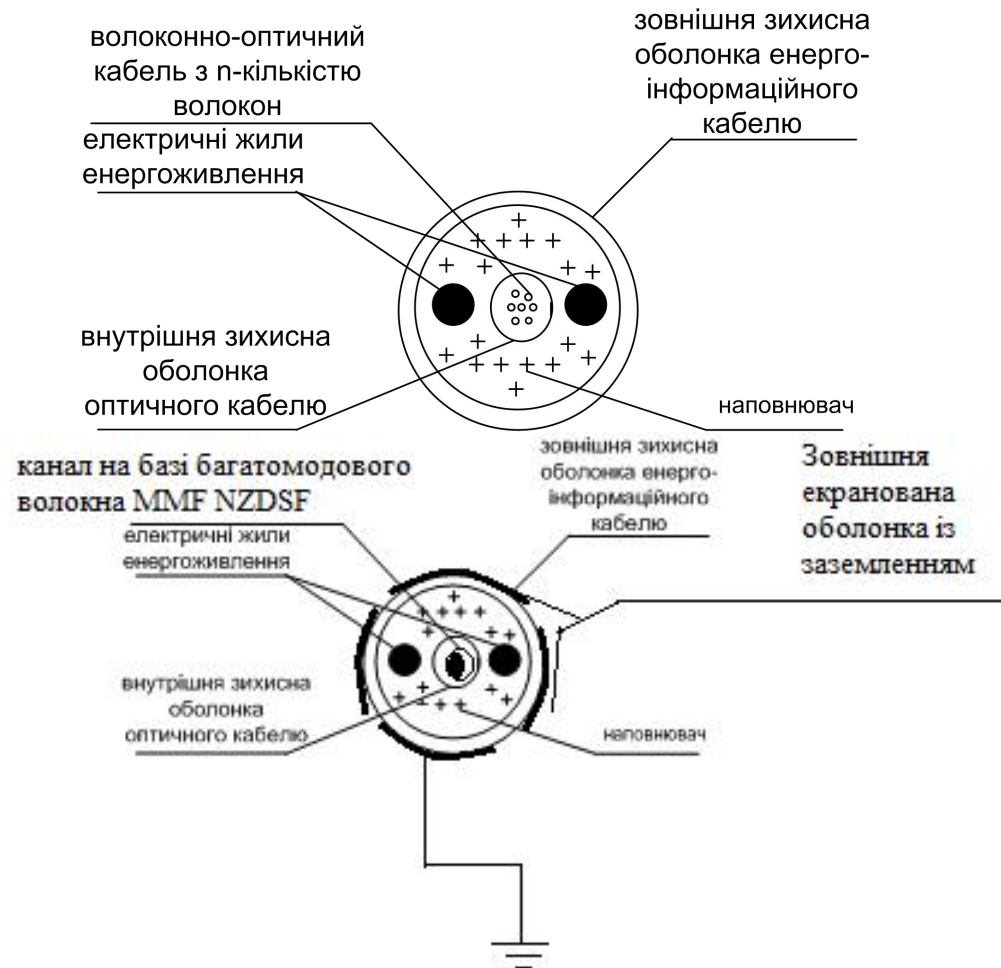
$i=1-N$ . Кількість каналів у одному волокні визначається величинами втрат і перехресних взаємодій спектрів оптичних каналів з врахуванням подвійних ефектів та робочим діаметром прозорості  $\Delta \lambda$  оптичного волокна.

# МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ ОБ'ЄДНАНИХ ПРОВІДНИКАХ ВОЛ-ІНТЕРФЕЙСІВ

В середині волокна ОВ для покращення самого методу передачі пропонується використовувати цілий ряд заходів, зокрема:

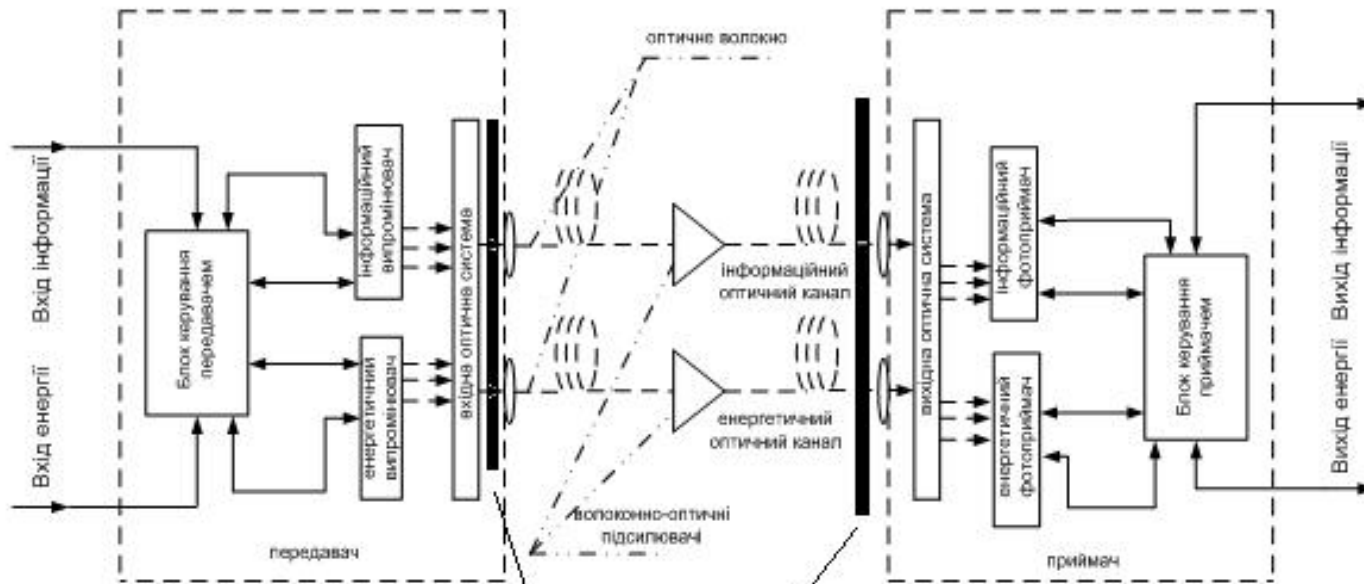
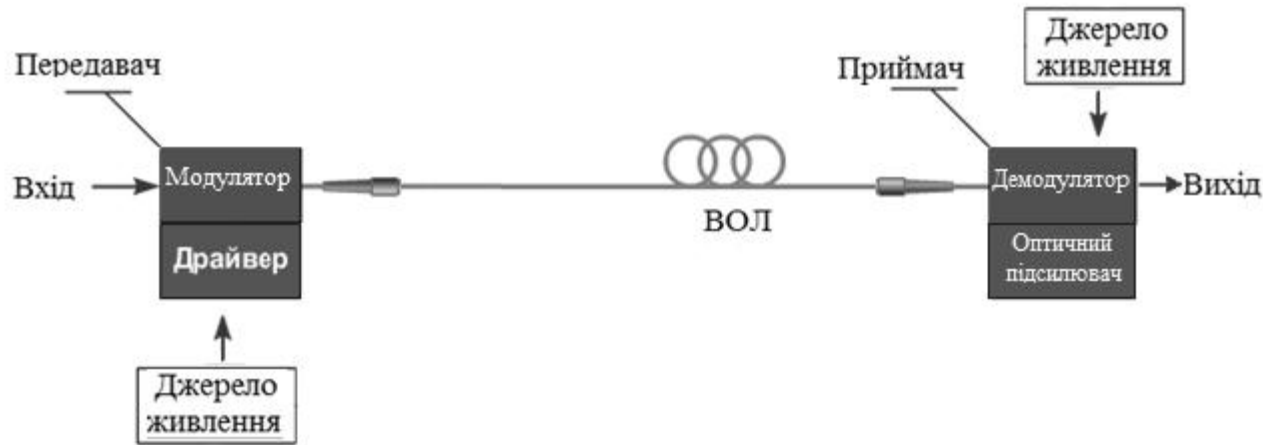
- Використання підходів компенсації зміщеною дисперсією (волокна із NZDSF – процесом у багатомодовому/одномодовому варіантах. Для компенсації загальної дисперсії  $t_z$  і збільшення загальної швидкості каналу  $B_{max}$  [біт/с];
- Виконання процесу спектральної фільтрації на вході лазерних джерел з метою обмеження і часткової обрізки ширини спектрів лазерних джерел в інформаційно-енергетичних інтерфейсах з метою зменшення  $\Delta\lambda_{i,i+1}$ , і визначення формування чіткого спектру  $\Delta\lambda_{i,i+1} - min$  (на практиці із  $\Delta\lambda_i=2-4\text{нм} - min \Delta\lambda_i=0.5-1\text{нм}$ , а для світлодіодів LED  $\Delta\lambda=5-15\text{нм}$ );  $\Delta\lambda_{i,i+1} - min$
- Виконання процесу спектральної фільтрації через оптичні фільтри по спектральним складовим із градієнтною диспергуючою характеристикою по всьому діапазону  $\Delta\lambda_i = 1/2\Delta\lambda_i$ , для зменшення перехрестних взаємодій.
- Виконання режимів роботи оптичних потужностей лазерних джерел виключно в діапазоні до порогового появи нелінійних явищ, тобто  $0 < P_r < P_{por NE}$ , де  $P_{por NE}$  – порогові значення появи нелінійних явищ.
- Виконання надлишкового– завадостійкового (збиткового) кодування/передавання інформації в інформаційному тракті і повторної передачі, за рахунок втрати частотної смуги сигналу  $W$  по швидкості передавання у об'єднаних провідників шляхом застосування модифікованого методу оптичного хвильового мультиплексування WDM для волоконно-оптичних інтерфейс-каналів.

# МОДЕЛЬ ОБ'ЄДНАНОГО ПРОВІДНИКА ОПТИЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ, ЯКИЙ РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ



Переріз модифікованого волоконно-оптичного кабелю каналу – об'єданого (суміщеного) провідника системи інтерфейсу передачі даних до LED-табло

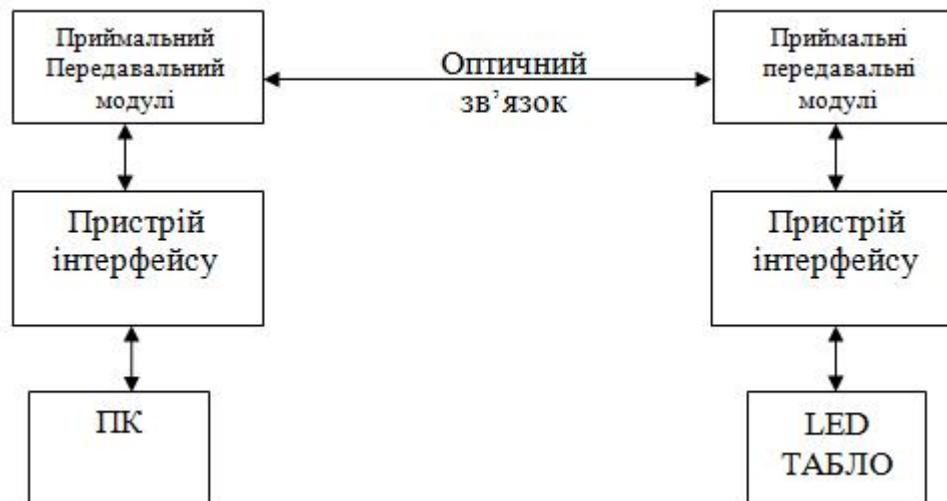
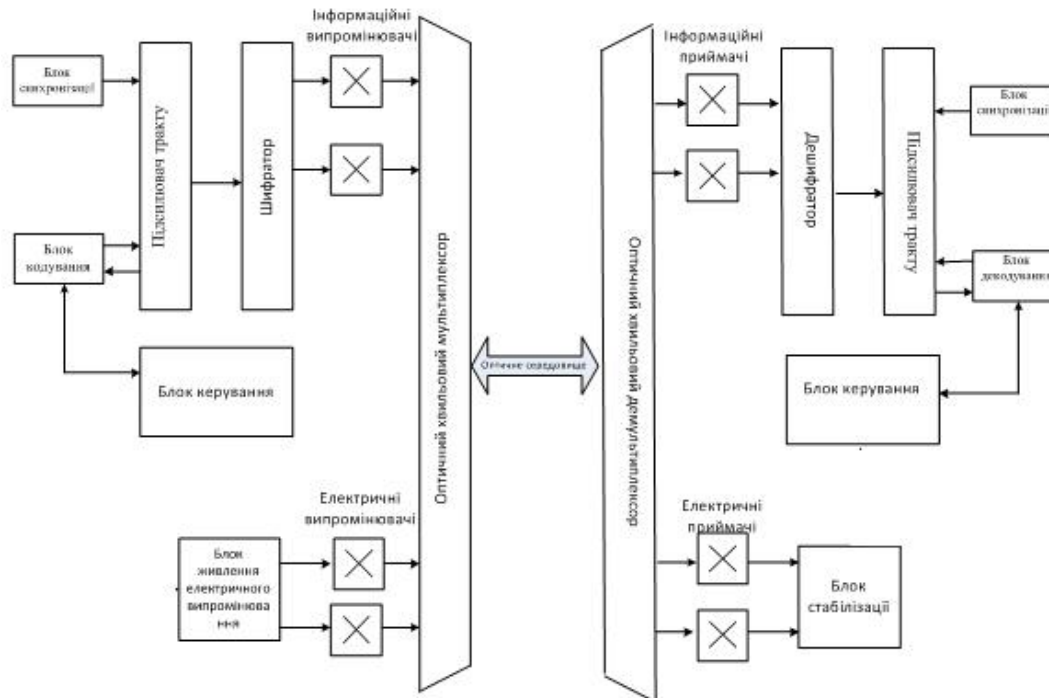
# РОЗРОБКА ВДОСКОНАЛеної СТРУКТУРИ ОБ'ЄДНАНОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ,



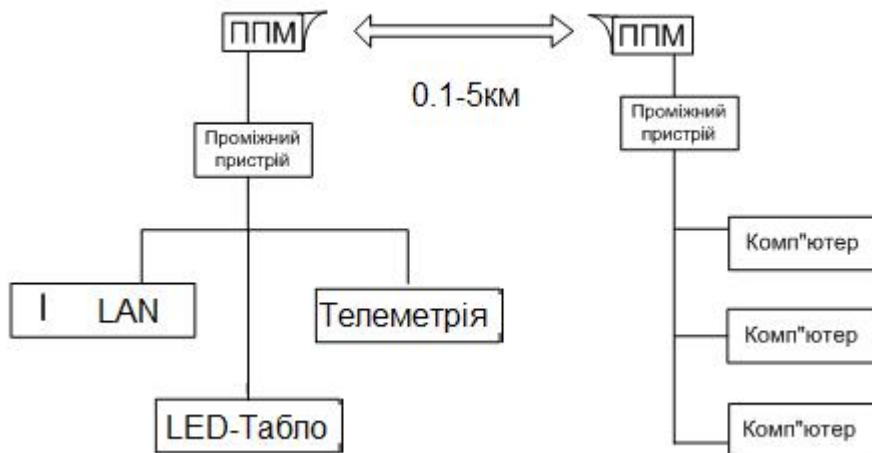
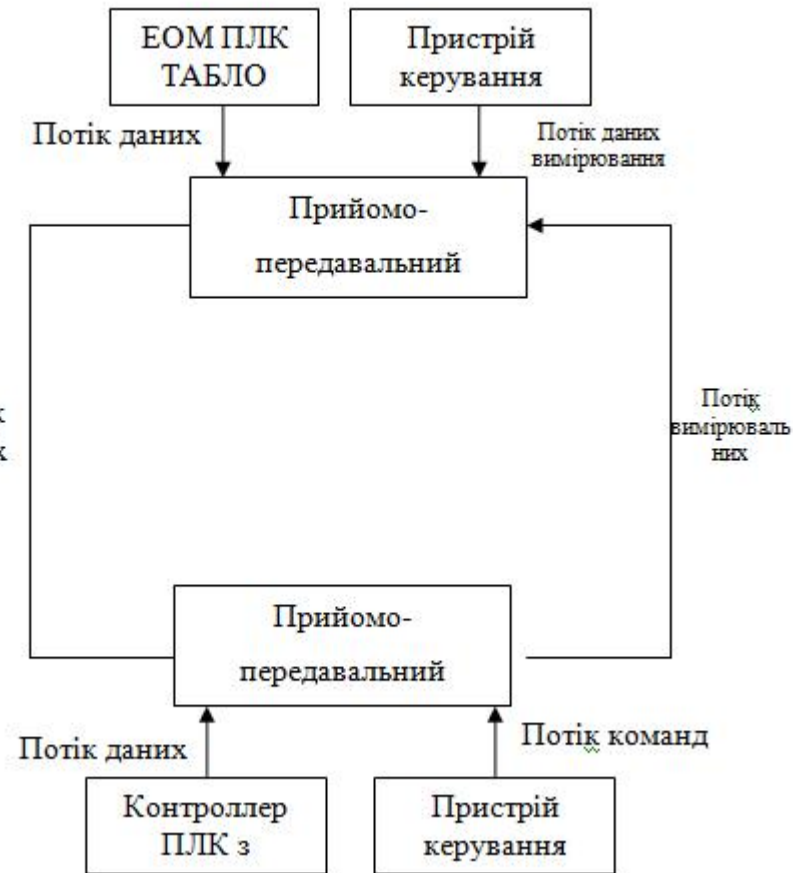
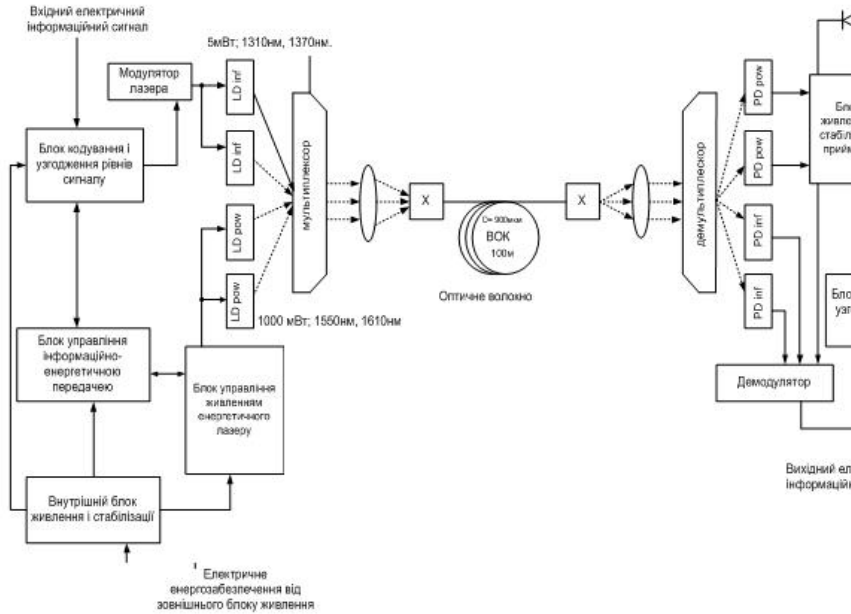
Блок фільтрів кінцевиків спектрів і їх перехресних взаємодій

Модові фільтри для виключення модового збігання і забезпечення фільтрації мод

# СТРУКТУРИ ОБ'ЄДНАНОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ

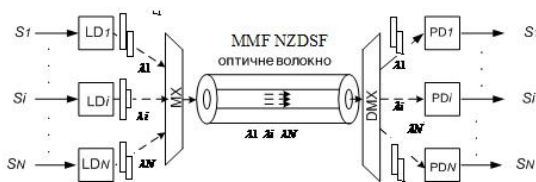


# СТРУКТУРИ ОБ'ЄДНАНОГО ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ІНТЕРФЕЙСУ



# МОДИФІКАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ОБ'ЄДНАНИХ ПРОВІДНИКАХ ВОЛ-ІНТЕРФЕЙСІВ

$$B_{max}(bps) = 2\Delta W \log_2[1 + (S_A/N_A)]^2 = 0,332X\Delta W = 0.033X\Delta W = 0.88/\tau_z (\log_2(1 + (S_A/N_A)))^2.$$

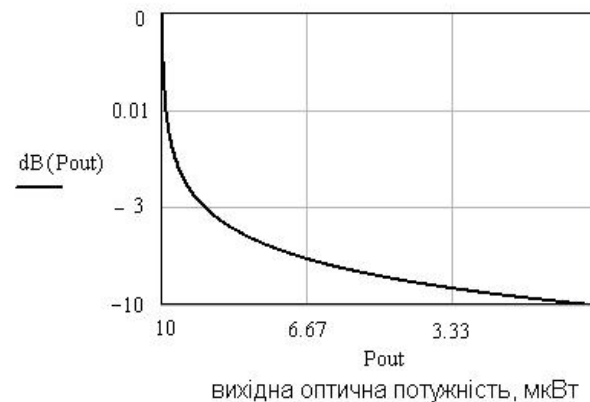
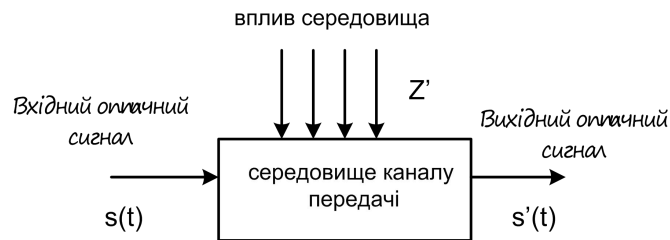


Модифікація даних мат. моделі із врахуванням фільтрації сигналів дозволяє отримати вдосконалені формулу моделі. Так із врахуванням середніх коефіцієнтів пропускання і фільтрації для діапазону довжин хвиль .вихідний сигнал потужності визначають як :

$$P_{out}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_{out}(w) \exp(jwt \tau^i_A) dw = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_{out}(w) \exp(jwt \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} Fe(\lambda_i, 0) \tau_A^i(\lambda_i, l) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} Fe(\lambda_i, 0) d\lambda}) dw$$

де  $F_e(\lambda, 0)$  – спектральний потік випромінювання від об'єкта.

Значення залежностей потужності моделі на виході передасача матимуть вигляд:



# РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПО ЛОКАЛЬНИХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ІНТЕРФЕЙСАХ

Розрахунки оптичної потужності розраховані та представлені в системі Mathcad.

Розрахунки оптичної потужності для багатомодового волокна MMF 50/125:

$$P := 1 \text{ Wt}$$

$$d := 0.5 \cdot 10^{-4} \text{ sm}$$

$$S := \pi \frac{d^2}{4} \text{ sm}^2$$

$$\rho := \frac{P}{S} = 5.093 \times 10^8 \frac{\text{Wt}}{\text{cm}^2}$$

Розрахунки оптичної потужності для одномодового волокна SMF 85/125:

$$P := 1 \text{ Wt}$$

$$d := 0.85 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$$

$$S := \pi \frac{d^2}{4} \text{ sm}^2$$

$$\rho := \frac{P}{S} = 1.762 \times 10^{10} \frac{\text{Wt}}{\text{cm}^2}$$



# РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПО ЛОКАЛЬНИХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ІНТЕРФЕЙСАХ

Розрахунки оптичної потужності для супербагатомодового волокна SMA 905:

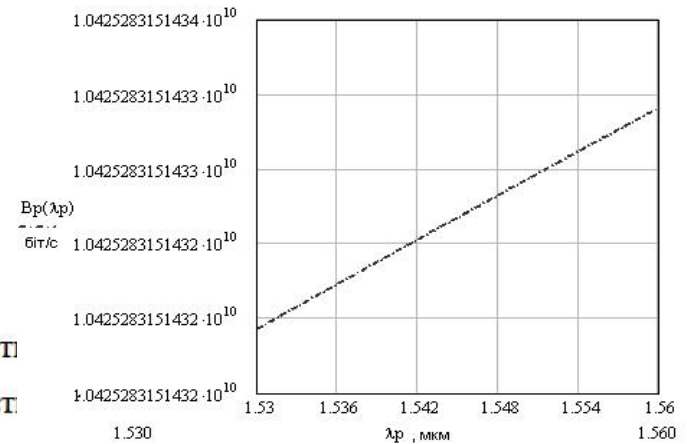
$$P := 1 \text{ Вт}$$

$$d := 0.9 \cdot 10^{-3} \text{ см}$$

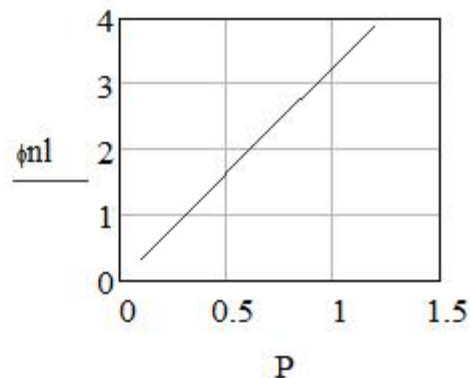
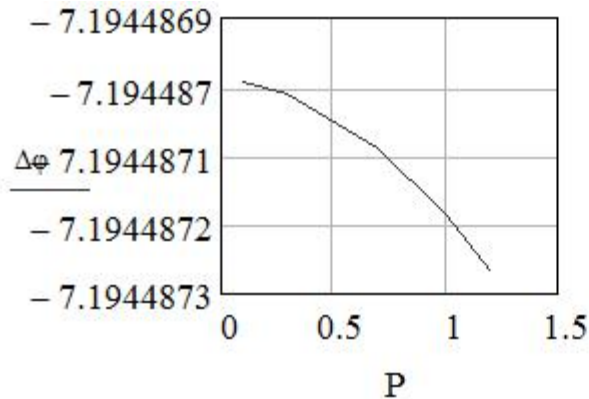
$$S := \pi \frac{d^2}{4} \text{ см}^2$$

$$\rho := \frac{P}{S} = 1.572 \times 10^6 \frac{\text{Вт}}{\text{см}^2}$$

Ці данні розрахунків можна вважати рівними при потужності 0.01Вт, перших типах оптоволокна оптична потужність збільшиться до  $10^1$ - $10^2$  мВт, що приведе до втрат сигналу волокна.



Характеристика пропускної здатності і швидкості волоконно-оптичного інтерфейсу із інформаційним табло у діапазоні 1530-1560нм.



Графік залежності величини зсуву потужності

## ВИСНОВКИ

В МКР представлено розробку методу і засобу підвищення точності передавання інформації до рекламного світлодіодного табло по волоконно-оптичному інтерфейсу лінії на базі оптичної системи інформаційного зв'язку. Вдосконалений метод передавання сигналів у волоконно-оптичному інтерфейсі, дозволяє передавати сигнали із вищою стабільністю та надійністю. В процесі роботи була модифікована математична модель роботи засобу, яка дозволяє враховувати параметри фільтрації сигналу, при хвильовому мультиплексуванні WDM, і дозволяє виконати точні оцінки впливів негативних спектральних складових для їх компенсації. також розглянуто і модифіковано класифікацію волоконно-оптичних кабелів для інтерфейсів, яка включає підклас – волоконно-оптичні кабелі спеціального призначення, які виконують об'єднані функції передачі інформації і живлення у одному кабелі. Також розроблені структури засобів волоконно-оптичних інтерфейсів, які дозволяють компенсувати вплив негативних спектральних складових для підвищення надійності процесу і розширюють їхні функціональні можливості, зменшують число комунікацій., що використовує підходи підвищення стабільності роботи при погіршенні фонових завад, і мають кращу характеристику стабільності передачі інформації порівняно зі звичайними інтерфейсами зв'язку.

*Дякую за увагу!*