



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет комп'ютерних систем і автоматики
Кафедра лазерної та оптикоелектронної техніки

1

Напрямок підготовки
6.051004- «Опtotехніка»

«Розробка і автоматизація проекткування оптичної транспортної мережі Поділля»

Виконав: ст.гр ЛТО – 16м

Майструк В. М.

Науковий керівник: к.т.н,
доц.

Тужанський С.Є.



Розвиток інформаційних технологій зумовлює необхідність пошуку усе більш досконалих підходів щодо організації цифрового зв'язку з урахуванням обладнання, яке здатне працювати в умовах зростаючих вимог до пропускної здатності каналів.

Проектування сучасних транспортних мереж вимагає ретельного вивчення ринку конкурентоспроможності обладнання. Крім того, існує значна кількість факторів і явищ, які обмежують ефективність передачі таких мереж (дисперсія, загасання, нелінійні ефекти, втрати на мікрозгинах, з'єднаннях тощо).

Таким чином, удосконалення і автоматизація процесу проектування регіональних оптичних транспортних мереж для досягнення максимальних значень ефективності передачі з урахуванням відповідних вимог щодо пропускної здатності і кількості каналів, дальності зв'язку, особливостей архітектури і топології мережі, є актуальною науково-технічною задачею.

ВОЛЗ

МЕТА

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності і наочності проектування регіональних транспортних мереж на прикладі оптичної мережі Поділля, а також розробка автоматизованої програми для оптимізації проектування і розрахунку характеристик мережі.

Наукова новизна

Удосконалено метод проектування регіональної оптичної транспортної мережі зв'язку стандарту передачі STM-64, який базується на попередньому розрахунку ресурсу пропускної здатності мережі з урахуванням максимальної кількості абонентів і числа каналів, механізмів втрат і дисперсії сигналів у оптичних волокнах, що дозволило оптимізувати вибір активного і пасивного мережевого обладнання (мінімізувати кількість оптичних волокон у кабелі).

На відміну від існуючих ВОСП, в розроблювальній системі поєднуються дві технології ущільнення інформації що проходить по одному каналу, такі як часове (TDM), та спектральне ущільнення (WDM), що дозволяє передавати майже вдвічі більше інформації за одиницю часу в порівнянні з існуючими аналогами.

ЗАВДАННЯ

Для вирішення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Проаналізувати основні принципи і технології побудови оптичних транспортних мереж з урахуванням особливостей сучасних ВОСП.
2. Провести аналітичний огляд основних компонентів мереж SDN, порівняти існуючі технології та обґрунтувати вибір оптимальної структури оптичної регіональної мережі згідно кількості каналів, вузлів, архітектури, стандартів і топології цифрової мережі передачі.
3. Розробити алгоритм проектування і провести модельний розрахунок характеристик регіональної ВОСП на прикладі магістральної ділянки Вінниця – Хмельницький, яка забезпечує стандарт передачі STM-64.
4. Розробити структурну схему оптичної транспортної мережі Поділля з урахуванням отриманих характеристик енергетичного балансу, пропускної здатності і довжини регенераційної ділянки для заданої дальності зв'язку і стандарту цифрової передачі, обґрунтувати вибір відповідних компонентів і обладнання.
5. Розробити комп'ютерну програму для оптимізації процесу проектування і розрахунків характеристик регіональних оптичних транспортних мереж згідно кількості вузлів, дальності і стандарту передачі даних.

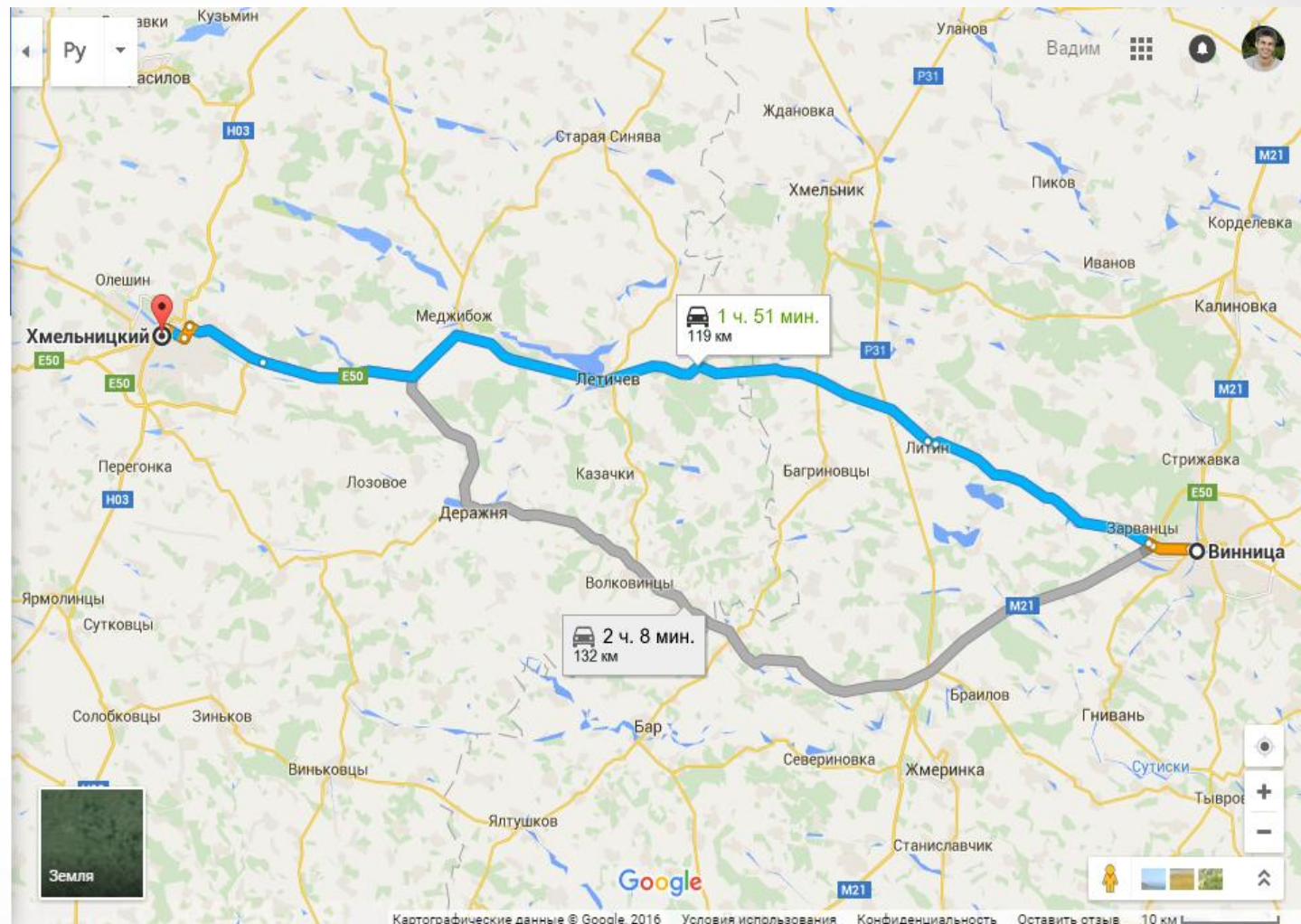
Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що на основі отриманих теоретичних результатів розроблено комп'ютерну програму автоматизованого робочого місця проектувальника оптичного лінійного тракту магістральної ділянки регіональної транспортної мережі із розширеними функціональними можливостями. Здійснено модельний розрахунок характеристик оптичної транспортної мережі Поділля, розроблено структурні та електричні схеми приймально-передавального пристрою.

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати магістерської кваліфікаційної роботи отримано особисто.

Публікації. За матеріалами магістерської кваліфікаційної роботи було надруковано тези у збірнику тез доповідей міжнародної науково-технічної конференції «ФОТОНІКА-ОДС-2015».

АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ШЛЯХУ ПРОКЛАДАННЯ ОПТИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ

- Кількість перехрещень з автошляхами – 11
- Кількість перехрещень з залізницями – 0
- Кількість перехрещень з річками – 12
- Довжина траси – 120 км
- Довжина траси по кабелю – 145 км



Навантаження ВОЛЗ

Навантаження розраховується за формулою $H(t) = H_0 * \left(1 + \frac{\Delta H}{100}\right)^t$

де H_0 - число жителів на час проведення перепису населення;

ΔH – середній річний приріст населення в даній місцевості у відсотках (приймається рівним 3 %);

t - період, розрахований як різниця між роком перспективного проектування й роком проведення перепису населення.

З чого маємо результат:

$$H_{Vin} = 372\,400 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^5 = 431\,714 \text{ (осіб)} \quad H_{Khm} = 268\,000 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^5 = 310\,685 \text{ (осіб)}$$

$$H_{Vin} + H_{Khm} = 431\,714 + 310\,685 = 742\,399 \text{ (осіб)}$$

Розрахунок каналів за допомогою автоматизованого робочого місця інженера проектувальника

Введіть кількість міст для підрахунку каналів

2

Введіть назви та кількість мешканців для кожного міста

Вінниця

Хмельницький

372400

268000

Розрахувати

Вінниця -Хмельницький -Оптоволоконна мережа

- Кількість телефонних каналів: 199
- Кількість ТВ каналів: 498
- Кількість 'ethernet' каналів: 8728
- Загальна кількість каналів: 9425

Вибір марки та ємності кабелю

При виборі оптичного кабелю (ОК) для даної ВОЛЗ слід врахувати наступні вимоги:

- кабель повинен мати велику пропускну спроможність і мале загасання;
- оскільки проєктована траса перетинає водну перешкоду (глибина річки не більше 2-10 м), тому кабель повинен бути вологостійким і надійно захищеним від корозії;
- кабель має бути надійно захищений від зовнішніх впливів, оскільки прокладатиметься в ґрунті, тобто він повинен мати один або декілька броньованих-покриттів;
- кабель має бути відносно недорогим і повинен мати високу експлуатаційну надійність.

Також слід врахувати технічні вимоги:

- можливість прокладки в таких же умовах, у яких прокладаються електричні кабелі;
- максимальне використання існуючої техніки;
- стійкість до зовнішніх впливів і т.д.



Вибір оптичного волокна



Канали

Волокна

Регенераційна ділянка

Комутатори

Область застосування

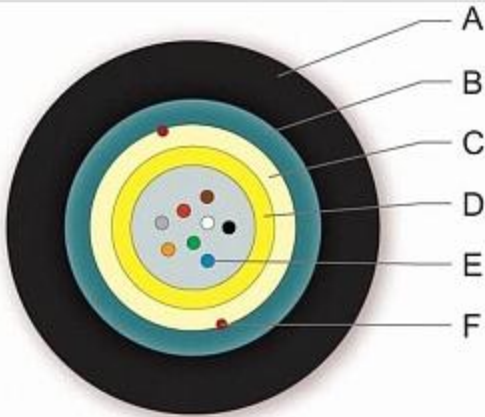
- Універсальні
- Зовнішні
- Внутрішні

Характеристики волокна

- 9/125
- 50/125 OM2
- 50/125 OM3

Захист волокна

- Сталева срічка
- Склопластик
- Гофрована броня



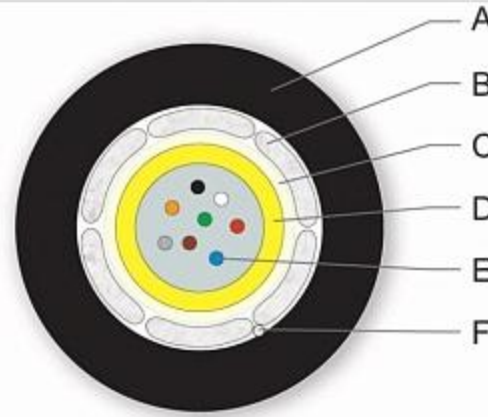
Маркування: A-DQ(ZN)(SR)H

Область застосування: universal

Характеристики волокна: 9/125

Захист: corrugated

Кількість волокон: 8



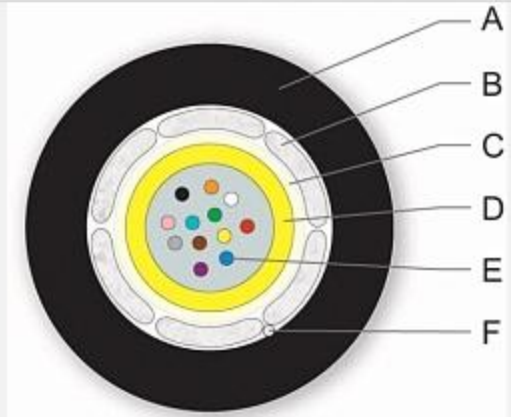
Маркування: A-DQ(BN)H

Область застосування: universal

Характеристики волокна: 9/125

Захист: glass

Кількість волокон: 8



Маркування: A-DQ(BN)H

Область застосування: universal

Характеристики волокна: 9/125

Захист: glass

Кількість волокон: 12

Розрахунок регенераційних ділянок

Так як наш метод проектування ВОСП базується на попередньому розрахунку регенераційних ділянок, слід розрахувати втрати по затуханню та по дисперсії перед початком проектування лінії зв'язку.

Розрахунок втрат по затуханню

$$L_{рд}^3 = \frac{(Eп - \alpha_{рс} * n_{рс} - \alpha_3)}{(\alpha + \alpha_{нс})}$$

Де, $L_{рд}^3$ – довжина рег. ділянки

$Eп$ – Енергетичний потенціал ВОСП

α – Коефіцієнт загасання ОВ

$\alpha_{рс}$ – Втрати в роз'ємному з'єднанні

$\alpha_{нс}$ – Втрати в нероз'ємному з'єднанні

α_3 – Енергетичний запас системи необхідний для компенсації ефекту старіння апаратури і ОК

Розрахунок втрат за дисперсією

$$L_{рд}^{\partial} = \frac{\Delta F_{ок}}{\Delta F_{ос}}$$

Де, $\Delta F_{ос}$ – швидкість передачі волоконно-оптичної системи,

$\Delta F_{ок}$ – пропускна здатність світловода на 1 км довжини

Розрахунок регенераційних ділянок

Розрахунок довжини регенераційної ділянки по затуханню

Довжина секції

Довжина будівельної секції

Розрахувати

Розрахунок довжини регенераційної ділянки за дисперсією.

T волокна

Швидкість передачі даних (Gbit/s)

Розрахувати

Розрахунок регенераційних ділянок

Розрахунок довжини регенераційної ділянки по затуханню

Довжина регенераційної ділянки по затуханню: 37.95 (km)

Розрахунок довжини регенераційної ділянки за дисперсією.

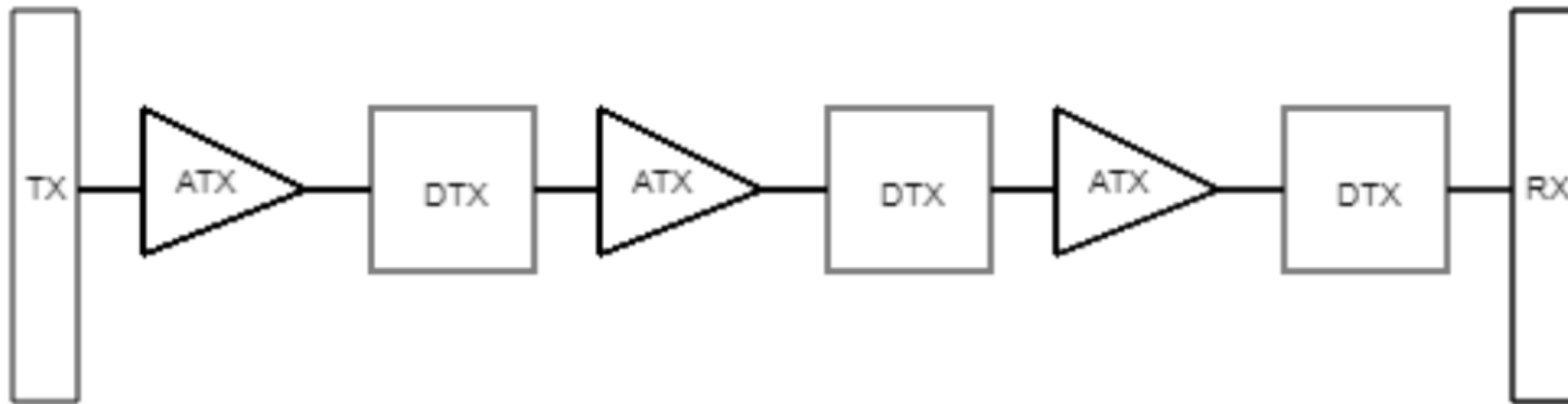
Довжина регенераційної ділянки за дисперсією: 8.93 (km)

Розрахунок кількості регенераційних ділянок.

Кількість регенераційних ділянок: 4

Розрахунок регенераційних ділянок

Нижче наведена схема з розташуванням підсилювачів та компенсаторів дисперсії між вузлами оптичного лінійного тракту магістральної ділянки. Де АТХ - підсилювач по затуханню, та ДТХ - компенсатор дисперсії. Загалом на одній ділянці між вузлами потрібно: 3 підсилювачів, та 3 компенсаторів дисперсії.



Завантажити

Вибір оптичного крос комутатора



Канали

Волокна

Регенераційна ділянка

Комутатори



Тип: rack, Кількість портів: 8/FC,
Максимальна кількість оптичних
портів: 24 (FC/ST)



Тип: rack, Кількість портів: 8/FC,
Максимальна кількість оптичних
портів: 24 (FC/ST)



Тип: rack, Кількість портів: 8/SC,
Максимальна кількість оптичних
портів: 24 (SC/LC Duplex)



Тип: rack, Кількість портів: 8/SC,
Максимальна кількість оптичних
портів: 24 (SC/LC Duplex)



Тип: rack, Кількість портів: 16/FC,
Максимальна кількість оптичних
портів: 24 (FC/ST)



Тип: rack, Кількість портів: 16/FC,
Максимальна кількість оптичних
портів: 24 (FC/ST)

Вибір оптичного крос комутатора

Волоконно оптичних кросс комутатор



Тип Комутатора: rack

Висота, U: 1

Кількість / тип оптичних портів: 8/FC

Максимальна кількість оптичних портів: 24 (FC/ST)

Кількість кабельних входів: greater than 3

Кількість адаптерних планок / металевих заглушок: 1/2

Товщина металу, mm: 1

Рівень захисту: IP 22

Розміри, mm: Висота- 408 Ширина- 223 Глибина- 43

Економічна частина

Заробітна плата дослідника в науковій установі бюджетної сфери

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату Грн
Керівник проекту	5000	227,27	5	1136,36
Інженер	3500	159,1	45	7159,5
Всього				8295,86

Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудомісткість, н-год.	Розряд роботи	Погодинна тарифна	Величина оплати,
Заготівельні	2	2	19,81	39,62
Механічні	3	3	21,45	64,35
Складальні	0,5	4	23,09	11,54
Налагоджувальні	1	4	23,09	23,09
Всього				138,6

Розрахунок витрат на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт	Ціна за штуку, грн.	Разом
Оптоволокно	200 км	19,77	3954000
Мультиплексор Демультиплексор	2	53403	106806
Регенератор	2	15141	30282
Муфта для опт.кабелю	20 м	550	11000
Крос комутатор	10	350	3500
Разом з врахуванням транспортних витрат			4516146,8

Висновки

В магістерській кваліфікаційній роботі було спроектовано та розраховано магістральну ділянку волоконно-оптичної системи передачі, яка за рахунок поєднання часового та спектрального ущільнення сигналу збільшує пропускну здатність каналу.

Було проаналізовано основні принципи і технології побудови оптичних транспортних мереж з урахуванням особливостей сучасних ВОСП.

Проведено аналітичний огляд основних компонентів мереж SDN, порівняно існуючі технології та обґрунтовано вибір оптимальної структури оптичної регіональної мережі згідно кількості каналів, вузлів, архітектури, стандартів і топології цифрової мережі передачі. Розроблено алгоритм проектування і проведений модельний розрахунок характеристик регіональної ВОСП на прикладі магістральної ділянки Вінниця – Хмельницький, яка забезпечує стандарт передачі STM-64.

Розроблено структурну схему оптичної транспортної мережі Поділля з урахуванням отриманих характеристик енергетичного балансу, пропускну здатності і довжини регенераційної ділянки для заданої дальності зв'язку і стандарту цифрової передачі, обґрунтовано вибір відповідних компонентів і обладнання.

Було розроблено комп'ютерну програму для оптимізації процесу проектування і розрахунків характеристик регіональних оптичних транспортних мереж згідно кількості вузлів, дальності і стандарту передачі даних.

Висновки

Також за допомогою удосконалення методу проектування регіональної оптичної транспортної мережі зв'язку стандарту передачі STM-64, який базується на попередньому розрахунку ресурсу пропускної здатності мережі. Вдалось оптимізувати вибір активного і пасивного мережевого обладнання (мінімізувати кількість оптичних волокон у кабелі).

На основі отриманих теоретичних результатів розроблено комп'ютерну програму автоматизованого робочого місця проектувальника оптичного лінійного тракту магістральної ділянки регіональної транспортної мережі із розширеними функціональними можливостями.

Здійснено модельний розрахунок характеристик оптичної транспортної мережі Поділля, розроблено структурні та електричні схеми приймально-передавального пристрою.

Крім цього відносна ефективність вкладених інвестицій перевищує мінімальну ставку дисконтування. Розрахунки показують, що окупність даного проекту складає менше, ніж один рік, що також є дуже позитивним фактором для інвестування проекту.



Дякую за Увагу!

ВОЛЗ