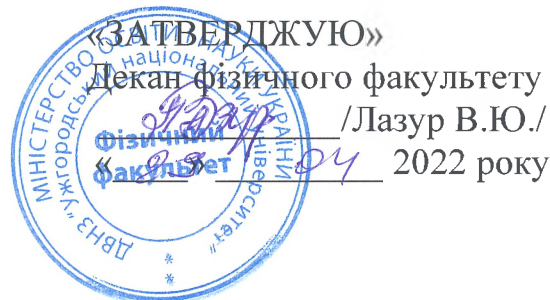


**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
Кафедра твердотільної електроніки та інформаційної безпеки



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ОПТОВОЛОКОННІ КОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ**

Рівень вищої освіти	<b>другий (магістерський) рівень</b>
Галузь знань	<b>12 Інформаційні технології</b>
Спеціальність	<b>125 Кібербезпека</b>
Предметна спеціальність (Спеціалізація) <i>(за наявності)</i>	
Освітня програма	<b>Системи технічного захисту інформації, автоматизація її обробки.</b>
Статус дисципліни	<b>вибіркова</b>
Мова навчання	<b>українська</b>

Робоча програма навчальної дисципліни «**Оптоволоконні комунікаційні системи**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **12 Інформаційні технології** спеціальності **125 Кібербезпека** освітньої програми **Системи технічного захисту інформації, автоматизація її обробки**.

**Розробники:** Маркевич П. В., ст. викладач кафедри ТЕІБ

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри *твердотільної електроніки та інформаційної безпеки*

протокол № 7 від «28» 04 2022р.

Завідувач кафедри  Різак В.М.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 10 від «29» 04 2022р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М. І.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС - 4	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120	<b>1-й</b>	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 3  самостійної роботи студента – 4	<b>1-й</b>	
	Лекції:	
	<b>18</b>	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	<b>24</b>	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	<b>78</b>	

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою навчальної дисципліни «Оптоволоконні комунікаційні системи» є формування у студентів чіткого розуміння принципів побудови інформаційно-телекомунікаційних систем з використанням волоконно-оптичних технологій.

Завданнями даного курсу є оволодіння студентами основними методами і принципами побудови оптоволоконних комунікаційних систем на базі сучасних методів, а також знання всіх елементів, необхідних для побудови даних систем.

*Місце дисципліни в структурі освітньої програми:* навчальна дисципліна «**Оптоволоконні комунікаційні системи**» є вибіркоким компонентом циклу професійної підготовки освітньої програми підготовки магістрів спеціальності «Системи технічного захисту інформації, автоматизація її обробки».

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

*Інтегральна:* здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.

*Загальні компетентності:*

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (КЗ-1).
2. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні (КЗ-2).
3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (КЗ-4).
4. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань / видів економічної діяльності) (КЗ-5).

*Фахові компетентності:*

1. Здатність обґрунтовано застосовувати, інтегрувати, розробляти та удосконалювати сучасні інформаційні технології, фізичні та математичні моделі, а також технології створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення професійних задач у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки (КФ1).
2. Здатність досліджувати, розробляти і супроводжувати методи та засоби інформаційної безпеки та/або кібербезпеки на об'єктах інформаційної діяльності та критичної інфраструктури (КФ3).
3. Здатність до дослідження, системного аналізу та забезпечення неперервності бізнес/операційних процесів з метою визначення вразливостей інформаційних систем та ресурсів, аналізу ризиків та визначення оцінки їх впливу у відповідності до встановленої стратегії і політики інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації (КФ5).
4. Здатність аналізувати, контролювати та забезпечувати систему управління доступом до інформаційних ресурсів згідно встановленої стратегії і політики інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації (КФ6).
5. Здатність аналізувати, розробляти і супроводжувати систему аудиту та моніторингу ефективності функціонування інформаційних систем і технологій, бізнес/операційних процесів в галузі інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації в цілому (КФ9).
6. Здатність розробляти проектну документацію, програми та методики випробувань, налаштування та супровід комплексів захисту інформації на об'єктах інформаційної діяльності та критичної інфраструктури (КФ12).

### 3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Системи технічного захисту інформації, автоматизація її обробки», вивчення навчальної дисципліни «Оптоволоконні комунікаційні системи» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Розробляти, застосовувати, інтегрувати, впроваджувати та удосконалювати сучасні інформаційні технології, фізичні та математичні методи і моделі у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.	ПРН4
Обґрунтовувати використання, впроваджувати та аналізувати кращі світові стандарти, практики з метою розв'язання складних задач професійної діяльності в галузі інформаційної безпеки та/або кібербезпеки.	ПРН7
Забезпечувати неперервність бізнес/операційних процесів, виявляти вразливості інформаційних систем та ресурсів, аналізувати та оцінювати ризики для інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації.	ПРН10
Розробляти, супроводжувати й аналізувати систему аудиту та моніторингу ефективності функціонування інформаційних систем і технологій, бізнес\операційних процесів у сфері інформаційної та/або кібербезпеки в цілому.	ПРН14
Обґрунтовувати вибір програмного забезпечення, устаткування та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також обмежень щодо них в галузі інформаційної безпеки та/або кібербезпеки на основі сучасних знань у суміжних галузях, наукової, технічної та довідкової літератури та іншої доступної інформації.	ПРН23

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Оптоволоконні комунікаційні системи»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Вміти інтегрувати, впроваджувати та удосконалювати сучасні інформаційні технології з метою забезпечення безпеки інформації в комунікаційних системах.	ПРН4
Вміти розробляти і застосовувати фізичні та математичні методи і моделі у сфері інформаційної безпеки та/або кібербезпеки комунікаційних систем.	ПРН4
Вміти обґрунтовано використовувати, впроваджувати та аналізувати кращі світові стандарти та практики з метою вирішення завдань в галузі інформаційної безпеки та/або кібербезпеки комунікаційних систем.	ПРН7
Забезпечувати неперервність бізнес/операційних процесів шляхом застосування навичок і вмінь з організації і побудови комунікаційних систем.	ПРН10
Вміти виявляти вразливості інформаційних систем та ресурсів, аналізувати та оцінювати ризики для інформаційної безпеки та/або кібербезпеки організації.	ПРН10
Вміти розробляти, супроводжувати й аналізувати системи аудиту та моніторингу ефективності функціонування інформаційних систем і технологій, бізнес\операційних процесів у сфері інформаційної та/або кібербезпеки в цілому.	ПРН14
Здійснювати обґрунтований вибір програмного забезпечення, устаткування та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також обмежень щодо них в галузі інформаційної безпеки та/або кібербезпеки на основі сучасних знань у суміжних галузях, наукової, технічної та довідкової літератури та іншої доступної інформації.	ПРН23

#### 4. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

##### Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни «Оптоволоконні комунікаційні системи»є:

- залік;
- виконання завдань лабораторних робіт;
- стандартизовані тести;
- фронтальне та/або письмове опитування

##### Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Модульний контроль з навчальної дисципліни «Оптоволоконні комунікаційні системи» складається з поточного контролю та модульного контрольного оцінювання результатів навчання.

##### Форми поточного контролю:

- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- захист результатів лабораторної роботи;
- тестування;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів.

Форма модульного контрольного оцінювання: письмова модульна контрольна робота та/або тестування.

##### Форма підсумкового семестрового контролю: залік.

До заліку допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи та завдання для самостійної роботи. Контроль самостійної роботи здійснюється шляхом перевірки виконаних завдань на лабораторних та індивідуальних заняттях, під час захисту лабораторних робіт, тестування при поточному оцінюванні, презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

##### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточний контроль успішності						Модульна контрольна робота	Сума
Поточне оцінювання та самостійна робота							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	60	100
5	5	10	5	5	10		

T1, T2 ... – теми

## Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточний контроль успішності					Модульна контрольна робота	Сума
Поточне оцінювання та самостійна робота						
T1	T2	T3	T4	T5	60	100
5	10	15	5	5		

T1, T2 ... – теми

## Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни «Оптоволоконні комунікаційні системи»

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	3	15	5	25
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні	2	25	1	15
Модульна контрольна робота	1	60	1	60
<b>Разом</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

### Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі шляхом відповідей на питання навчального модуля та вирішення тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів.

### Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Оптоволоконні комунікаційні системи» здійснюється у формі заліку, що проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано”, „незараховано”. Підсумкова оцінка визначається наступними критеріями:

Оцінка "зараховано" - якщо студент достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу, викладеного у рамках лекційних занять, може показати та обґрунтувати взаємозв'язок різних частин матеріалу, пройденого у межах матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність до мислення, при відповіді на питання розмірковує, спираючись на отримані у рамках курсу знання, не допускає істотних неточностей у відповіді, правильно вибудовує логіку вирішення типових завдань;

Оцінка "незараховано" - якщо студент викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зв'язків у рамках викладеного матеріалу, не знає значної частини програмного матеріалу, не може дати точних визначень понять, пройдених у рамках курсу, дає розпливчасті формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

За бажанням студента результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90-100	зараховано	A	відмінно
82-89		B	добре
74-81		C	добре
64-73		D	задовільно
60-64		E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34		F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» або «незадовільно з обов'язковим повторним навчанням» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік або екзамен.

Результати підсумкового контролю знань вносяться до відомості обліку успішності.

## 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 5.1. Зміст навчальної дисципліни

**Модуль 1.** СТВОРЕННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОПТОВОЛОКОННИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ.

**Тема 1. Вступ. Перспективи розвитку оптоволоконних комунікаційних систем, оптичний діапазон, властивості, параметри і характеристики.**

*Принцип передачі інформації по оптичному волокну. Структура оптичного волокна. Вплив показника заломлення. Ефект повного внутрішнього відбивання.*

*Типи оптоволоконна: одномодове, багатомодове, градієнтне, поляризаційно-стабільне, фотонно-кристалічне.*

*Розсіювання світла, ультрафіолетове та інфрачервоне поглинання як основні чинники загасання оптичного сигналу.*

*Класифікація та загальні принципи побудови оптоволоконних комунікаційних систем.*

**Тема 2. Зона застосування оптоволоконних комунікаційних систем.**

*Переваги та недоліки використання ВОЛЗ для побудови комунікаційних систем.*

*Поняття топології мережі, основні типи топологій мереж. Глобальна та локальна мережа.*

*Класифікація волоконно-оптичних кабелів зв'язку.*

*Стандартизація оптичних волокон. Зовнішні та внутрішні волоконно-оптичні кабелі.*

*Базові вимоги із монтажу волоконно-оптичних кабелів зв'язку.*

### **Тема 3. Елементи оптоволоконних комунікаційних систем.**

*Активні елементи ВОЛЗ: регенератор, підсилювач, фотоприймач, лазер, модулятор. Обмеження та передові практики застосування активних елементів ВОЛЗ для побудови комунікаційних систем.*

*Пасивні елементи ВОЛЗ: волоконно-оптичний кабель, оптична муфта, оптичні панелі, патчкорди та типи конекторів.*

### **Тема 4. Поняття мультиплексування. Технології мультиплексування.**

*Поняття та принципи мультиплексування. Типи мультиплексування.*

*Мультиплексування з розподілом по частоті. Технологія та зона застосування.*

*Мультиплексування з розподілом по часу. Технологія та зона застосування.*

*Мультиплексування з розподілом по довжині хвилі. Технологія та зона застосування.*

*Статичне мультиплексування.*

### **Тема 5. Синхронна цифрова ієрархія SDH.**

*Визначення поняття та історія виникнення синхронної цифрової ієрархії. Її переваги та недоліки.*

*Ієрархія швидкостей та методи мультиплексування. Формати кадрів STM-N, рівні синхронних транспортних модулів.*

*Поняття віртуальних контейнерів та їх типів. Трибутарні блоки.*

### **Тема 6. Плезіохронна цифрова ієрархія PDH.**

*Визначення поняття та історія виникнення плезіохронної цифрової ієрархії. Її переваги та недоліки. Рівні ієрархії. Європейські та північноамериканські/японські стандарти.*

*Основний цифровий канал. Структура потоку E1. Стандарт ITU-T Recommendation G.703. Physical/Electrical Characteristics of Hierarchical Digital Interfaces.*

*Синхронізація мереж ПЦД.*

## **Модуль 2. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ОПТОВОЛОКОННИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ. МУЛЬТИСЕРВІСНЕ ОБЛАДНАННЯ.**

### **Тема 1. Підсилення оптичних сигналів. Регенераційна ділянка.**

*Стандарт ITU-T G.661. Definition and test methods for the relevant generic parameters of optical amplifier devices and subsystems.*

*Оптичні підсилювачі в волоконно-оптичних лініях зв'язку. Особливості оптичного підсилювача.*

*Співвідношення вихідної потужності до вхідної потужності. Небажаний сигнал через фізичну обробку в підсилювачі. Типи оптичних підсилювачів.*

*Поняття регенераційної ділянки та визначення її довжини. Метод розрахунку  $L_{рег}$  за загасанням потужності сигналу, за дисперсією.*

### **Тема 2. Параметри та характеристики оптичних підсилювачів.**

*Класифікація оптичних підсилювачів в залежності від застосування: попередній підсилювач, лінійний підсилювач та підсилювач потужності. Огляд стандартів ITU-T G.663, ITU-T G.692.*

*Підсилювач на волокні, що використовує розсіювання Мандельштама-Брілюена. Підсилювач на волокні, що використовує комбінаційне розсіювання Рамана.*

*Підсилювачі оптичного волокна, леговані ербієм.*

### Тема 3. Моделі оптичних мереж.

Транспортна мережа OTN-OTH (Optical Transport Network - Optical Transport Hierarchy). Стандарти G.709, G.798, G.872. Транспортна мережа Ethernet. Стандарти G.8010, G.8011, G.8012, IEEE 802.3, IEEE 802.3ah.

Ключові переваги мережі OTN-OTH. Структура інтерфейса OTN. Структура з'єднання в мережі OTN-OTH.

### Тема 4. Мультисервісне оптичне обладнання XDM.

Призначення обладнання XDM. Інтеграція XDM в оптоволоконні комунікаційні мережі. Використання XDM для побудови мережі WAN. Спільна робота XDM та SDH. Модифікації обладнання XDM. Технічна експлуатація обладнання XDM.

### Тема 5. Архітектура обладнання XDM.

Сімейство XDM. Огляд технічних характеристик та інтерфейсів на модулях платформ XDM-100, 200, 400, 500, 1000, 2000. Застосування обладнання для побудови мереж різного призначення та розміру.

## 5.2. Структура навчальної дисципліни

### Денна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Форма навчання: денна				
	Усього	у тому числі			
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальні роботи	самостійна робота
<b>Модуль 1</b>					
Тема 1. Вступ. Перспективи розвитку оптоволоконних комунікаційних систем, оптичний діапазон, властивості, параметри і характеристики.	10		2		8
Тема 2. Зона застосування оптоволоконних комунікаційних систем.	14	2	4		8
Тема 3. Елементи оптоволоконних комунікаційних систем.	12		4		8
Тема 4. Поняття мультиплексування. Технології мультиплексування.	10	2			8
Тема 5. Синхронна цифрова ієрархія SDH.	6	2			4
Тема 6. Плезіохронна цифрова ієрархія PDH.	6	2			4
Модульна контрольна робота	2	2			
Разом за модуль	60	10	10		40
<b>Модуль 2</b>					

Тема 1. Підсилення оптичних сигналів. Регенераційна ділянка.	14	2		4		8
Тема 2. Параметри та характеристики оптичних підсилювачів.	10			4		8
Тема 3. Моделі оптичних мереж.	14	2		4		8
Тема 4. Мультисервісне оптичне обладнання XDM.	8	2				6
Тема 5. Архітектура обладнання XDM.	12			2		8
Модульна контрольна робота	2	2				
Разом за модуль	60	8		14		38
Разом за семестр	120	18		24		78

### 5.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин	
		Денна	Заочна
1	Вступне заняття. Дослідження сучасних практик використання оптоволоконних комунікаційних систем.	2	
2	Вивчення пасивних компонентів волоконно-оптичних ліній зв'язку.	4	
3	Вивчення модуляції оптичного випромінювання	4	
4	Визначення кореляції між затуханням оптичного сигналу та згином оптичного волокна	4	
5	Зварювання оптичного волокна	4	
6	Використання рефлектометра для вивчення основних параметрів сигналу в оптичному волокні SM та MM	2	
7	Вимірювання залежності втрат оптичного випромінювання від поздовжнього та поперечного зсуву волокна відносно джерела випромінювання	4	
<b>Разом</b>		<b>24</b>	

### 5.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Технічні характеристики оптоволоконних ліній зв'язку.	4	
2.	Одномодові оптичні волокна.	4	
3.	Багатомодові оптичні волокна.	4	
4.	Вікна прозорості.	4	
5.	Інфраструктура кабельної мережі.	8	
6.	Топології мережі.	4	
7.	Ступінчаті та градієнтні волокна	8	
8.	Дисперсія та її види.	4	
9.	Теорема Котельникова.	8	
10.	SFP-модулі та їх види.	4	
11.	Вивчення ринку мультиплексорної продукції.	4	
12.	Обладнання для вимірювання потоку E-1	4	
13.	Оптичні мікроскопи та значення забруднення оптичного волокна в затуханні сигналу	4	
14.	Медіаконвертери	4	
15.	Технологія пасивної оптичної мережі PON	6	

16.	гібридна оптоволоконна мережа(НРС)	4	
		<b>Разом</b>	<b>78</b>

## **6. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА**

**Технічні засоби:** технічні засоби навчання, зокрема мультимедійний проектор.

**Обладнання:** персональні комп'ютери з можливістю доступу в Інтернет, рефлектометр, апарат для зварювання оптичних волокон

## **7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **Основна література**

1. Однорог П. М., Михайленко Є. В., Котенко М. О. Омецінська О. Б. Під редакцією Катка В. Б. Пасивні оптичні мережі доступу (xPON). – К.:ДУІКТ, 2006. – 65 с.В. Гребенніков. Комплексні системи захисту інформації. Проектування, впровадження, супровід. Вид. Litres, 2022
2. Розорінов Г. М. Високошвидкісні волоконно – оптичні лінії зв'язку: навч. посіб./ Г. М. Розорінов, Д. О. Соловійов. – Київ: Ліра – К, 2007. – 198 с.
3. Осадчук В.С., Осадчук В.В. Волоконно-оптичні системи передачі. - Вінниця: ВНТУ, 2005. – 225 с.
4. Павлиш В. А. Основи інформаційних технологій і систем: Навчальний посібник. / Павлиш В. А., Гліненко Л. К. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 500 с

### **Допоміжна література**

1. Пасічник В. В. Глобальні інформаційні системи та технології (моделі ефективного аналізу, опрацювання та захисту даних) / В.В. Пасічник, П.І. Жежнич, Р.Б. Кравець та ін. – Львів : Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2006.- 350 с.
2. Mahlke G., Gossing P. Fiber optic cables: fundamentals, cable engineering, systems planning. – Berlin; Munchen: Siemens-Aktienges., 1993. – 244 p.
3. Optical Fibres, Cables and Systems. ITU-T Handbook. 2010. – 299 p.
4. ITU-T Recommendation G.650.2 (07/2007) Definitions and test methods for statistical and non-linear related attributes of single-mode fibre and cable
5. Nilsson – Gistvik S. Optical Fiber Theory for Communications Networks. Ericsson Cbles A.B. 1994. – 219 p.

### **Інформаційні ресурси в мережі Інтернет**

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Оптоволокно>
2. [http://megalib.com.ua/content/8789\\_Optovolokonna\\_sistema\\_peredavannya\\_informacii\\_istoriy\\_a\\_i\\_sychasnist.html](http://megalib.com.ua/content/8789_Optovolokonna_sistema_peredavannya_informacii_istoriy_a_i_sychasnist.html)
3. [https://secur.ua/articles/ua\\_dlja-chogo-potriben-optichnij-kabel-scho-take-optovolokonnij-kabel-i-z-chogo-vin-skladaet-sja.html](https://secur.ua/articles/ua_dlja-chogo-potriben-optichnij-kabel-scho-take-optovolokonnij-kabel-i-z-chogo-vin-skladaet-sja.html)
4. <https://nettech.ua/news/opisanie-standartov-odnomodovix-volokon>