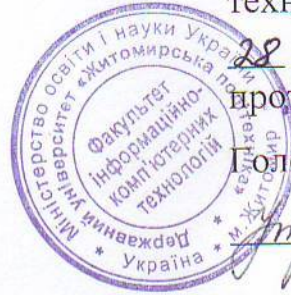


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 1


## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
інформаційно-комп'ютерних  
технологій



28 вересня 2022 р.,  
протокол № 2

Голова Вченої ради


 Тетяна НІКІТЧУК

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Оптичні методи і засоби в галузі»

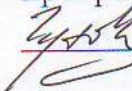
для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»  
спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
освітньо-професійна програма «Телекомунікації та радіотехніка»  
факультет інформаційно-комп'ютерних технологій  
кафедра комп'ютерних технологій у медицині та телекомунікаціях

Схвалено на засіданні кафедри  
комп'ютерних технологій  
у медицині та телекомунікаціях

27 09 2022 р.,  
протокол № 9

В. о. завідувача кафедри  
 Владислав ЧУХОВ

Гарант освітньо-професійної  
програми

 Владислав ЧУХОВ

Розробник: к.т.н., в.о. завідувача кафедри комп'ютерних технологій  
у медицині та телекомунікаціях ЧУХОВ Владислав

Житомир  
2022 – 2023 н. р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 2

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»	нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		2023	2023
Загальна кількість годин - 150		Семестр	
		2	2
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних 64 самостійної роботи – 86	Освітній ступінь «магістр»	Лекції	
		32 год.	8 год.
		Практичні	
		32 год.	6 год.
		Лабораторні	
		0 год.	0 год.
		Самостійна робота	
86 год.	136 год.		
Вид контролю: екзамен			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 43 % аудиторних занять, 57 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 9 % аудиторних занять, 91 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 3

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою навчальної дисципліни** є вивчення принципів побудови, функціонування та основ розрахунку гібридних та монолітних інтегральних пристроїв мікрохвильового діапазону.

**Завданнями вивчення навчальної дисципліни** є:

– вивчення принципів та методів досліджень, проектування інтегральних пристроїв сучасних та перспективних телекомунікаційних і радіотехнічних систем;

– набуття вмінь аналізу напрямів перспективного розвитку і новітніх стандартів у сфері телекомунікацій та радіотехніки;

– вивчення пакетів імітаційного моделювання.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»:

**ЗК1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК2.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК3.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК4.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

**ЗК5.** Здатність спілкуватися іноземною мовою.

**СК1 (ФК1).** Знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та методології наукових досліджень.

**СК2 (ФК2).** Здатність до реалізації принципів системного підходу при проведенні досліджень процесів, що протікають в телекомунікаційних і радіотехнічних системах, комплексах та пристроях.

**СК3 (ФК3).** Здатність обґрунтовано обирати та ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також технічні підходи для оптимізації телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів на всіх етапах їх життєвого циклу з метою отримання техніко-економічного вигаду.

**СК4 (ФК4).** Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення задач забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

**СК5 (ФК5).** Здатність розробляти, вдосконалювати та використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв (засобів, систем, комплексів).

**СК6 (ФК6).** Здатність здійснювати діяльність з розробки охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності (патенти на винахід та/або корисну модель), дотримуватися правових і етичних норм з питань інтелектуальної власності.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 4

**СК7 (ФК7).** Здатність працювати з науково-технічною літературою та іншими джерелами інформації.

**СК8 (ФК8).** Здатність розв'язувати складні професійні завдання і проблеми на основі застосування новітніх технологій передавання, приймання і обробки інформації.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за 172 «Телекомунікації та радіотехніка»:

**РН4 (ПРН4).** Знати і розуміти принципи та методи дослідження, проектування, модернізації, впровадження та експлуатації сучасних та перспективних телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів за напрямком професійної діяльності.

**РН7 (ПРН7).** Вміти аналізувати напрями перспективного розвитку і новітні стандарти у сфері телекомунікацій та радіотехніки.

**РН9 (ПРН9).** Володіти мовами програмування загального та спеціалізованого призначення, пакетами аналітичного та імітаційного моделювання, а також середовищами розробки програмного та/або апаратного забезпечення за напрямком професійної діяльності.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1. Фізичні основи оптичної та оптоелектронної техніки

##### Тема 1. Фізичні основи оптичної та оптоелектронної техніки

Загальні відомості про компоненти оптоелектроніки. Основні властивості оптичного випромінювання та галузі застосування оптикоелектронних перетворювачів. Системи енергетичних та світлових величин. Проходження випромінювання через оптичне середовище. Теплова природа оптичного випромінювання.

Основи пірометрії. Пірометри, тепловізори: будова, принципи побудови.

#### Змістовий модуль 2. Елементна база оптики та оптоелектроніки

##### Тема 2. Елементи теорії оптичних систем

Поширення електромагнітного випромінювання на границі розподілу двох середовищ. Кут повного проходження. Кут повного відбиття.

Основні особливості оптичних систем. Плоскі дзеркала, плоскопаралельні пластини та призми. Розщиплювачі та суматори променів. Ізолятори. Оптичні елементи зі сферичними поверхнями. Числова апертура.

Типові оптичні системи. Оптика лазерних систем.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 5

### **Тема 3. Джерела випромінювання**

Види джерел випромінювання. Світлодіоди. Газові та напівпровідникові лазери. Властивості лазерного випромінювання. Класифікація та параметри лазерів. Визначення дози оптичного випромінювання. Техніка безпеки при застосуванні лазерів.

### **Тема 4. Принципи та засоби перетворення оптичних сигналів у електричні**

Принципи фотоелектричного детектування. Фоторезистори, фотодіоди та фототранзистори. Координатні фотоприймачі.

### **Змістовий модуль 3. Методи та пристрої оптичної обробки інформації**

#### **Тема 5. Оптичні методи обробки інформації**

Математичний апарат оптичних методів обробки інформації: просторове перетворення Фур'є, його властивості; просторові гармоніки. Основні оптичні методи обробки інформації: структурна схема оптичної обробки інформації; Лінзи, оптичні транспаранти, модулятори. Принципи просторової фільтрації оптичних сигналів. Просторовий корелятор Вандер-Люгга. Оптичне перетворення Мелліна.

Просторово-часові модулятори та демодулятори. Оптичні пристрої збереження інформації. Оптичний комп'ютер.

#### **Тема 6. Технології, які використовують оптичні волокна**

Волоконно-оптичні датчики стану навколишнього середовища.

Системи зв'язку. Використання у локальних мережах. Використання регіональних та глобальних мереж.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 6

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні	самостійна робота	усього	лекції	практичні	самостійна робота
<b>Модуль 1</b>								
<b>Змістовий модуль 1. Фізичні основи оптичної та оптоелектронної техніки</b>								
Тема 1. Фізичні основи оптичної та оптоелектронної техніки	30	8	6	16	40	2	2	36
<i><b>Разом за змістовий модуль 1</b></i>	<i><b>30</b></i>	<i><b>8</b></i>	<i><b>6</b></i>	<i><b>16</b></i>	<i><b>40</b></i>	<i><b>2</b></i>	<i><b>2</b></i>	<i><b>36</b></i>
<b>Змістовий модуль 2. Елементна база оптики та оптоелектроніки</b>								
Тема 2. Елементи теорії оптичних систем	16	4	4	8	17	1	0	16
Тема 3. Джерела випромінювання	20	4	8	8	19	1	2	16
Тема 4. Принципи та засоби перетворення оптичних сигналів у електричні	32	4	10	18	31	1	2	28
<i><b>Разом за змістовий модуль 2</b></i>	<i><b>68</b></i>	<i><b>12</b></i>	<i><b>22</b></i>	<i><b>34</b></i>	<i><b>67</b></i>	<i><b>3</b></i>	<i><b>4</b></i>	<i><b>60</b></i>
<b>Модуль 2</b>								
<b>Змістовий модуль 3. Методи та пристрої оптичної обробки інформації</b>								
Тема 5. Оптичні методи обробки інформації	30	6	4	20	22	2	0	20
Тема 6. Технології, які використовують оптичні волокна	22	6	0	16	21	1	0	20
<i><b>Разом за змістовий модуль 3</b></i>	<i><b>52</b></i>	<i><b>12</b></i>	<i><b>4</b></i>	<i><b>36</b></i>	<i><b>43</b></i>	<i><b>3</b></i>	<i><b>0</b></i>	<i><b>40</b></i>
<b>ВСЬОГО</b>	<b>150</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>86</b>	<b>150</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>136</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 7

## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Порівняльний аналіз побутових джерел освітлення	2	2
2	Дослідження оптичних процесів на межі розподілу середовищ (частина 1)	2	0
3	Дослідження оптичних процесів на межі розподілу середовищ. (частина 2)	2	0
4	Дослідження спектральної характеристики фотоприймача (частина 1)	2	0
5	Дослідження спектральної характеристики фотоприймача (частина 2)	2	0
6	Дослідження діаграми напрямленості світлодіода (частина 1)	2	2
7	Дослідження діаграми напрямленості світлодіода (частина 2)	2	0
8	Дослідження оптоелектронного керованого подільника напруги (частина 1)	2	2
9	Дослідження оптоелектронного керованого подільника напруги (частина 2)	2	0
10	Дослідження амплітудного модулятора (частина 1)	2	0
11	Дослідження амплітудного модулятора (частина 2)	2	0
12	Дослідження оптрона із зовнішнім фотонним зв'язком (частина 1)	2	0
13	Дослідження оптрона із зовнішнім фотонним зв'язком (частина 2)	2	0
14	Дослідження твердотільних реле	2	0
15	Дослідження оптоелектронних датчиків кутових положень	2	0
16	Дослідження схем включення фотодіодів	2	0
РАЗОМ		32	6

## 6. Завдання для самостійної роботи

### Тема 1. Фізичні основи оптичної та оптоелектронної техніки

1. Опрацювання лекційного матеріалу.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 8

2. Підготовка до практичних занять №1 – 3.
3. Питання для самостійного вивчення у темі 1: закон Віна, формула Релея-Джинса [2, 3].

### **Тема 2. Елементи теорії оптичних систем**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних занять №4 – 5.
3. Питання для самостійного вивчення у темі 2: траєкторії сканування лазерним променем [4, 9]

### **Тема 3. Джерела випромінювання**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних занять №6 – 9.
3. Питання для самостійного вивчення у темі 3: особливості монтажу потужних світлодіодів [2, 9].

### **Тема 4. Принципи та засоби перетворення оптичних сигналів у електричні**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних занять №10 – 14.
3. Питання для самостійного вивчення у темі 4: Рідкокристалічні сенсори (сенсорні екрани) [3, 7]. Принципи роботи фотоелектронного помножувача [2, 4].
4. Підготовка до КМР №1.

### **Тема 5. Оптичні методи обробки інформації**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних занять №15, 16.
3. Питання для самостійного вивчення у темі 5: Сканери та сканування (різновиди сканерів, технології сканування, параметри та характеристики сканерів) [1, 10]. Акустооптичні демодулятори [3, 14].

### **Тема 6. Технології, які використовують оптичні волокна**

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Питання для самостійного вивчення у темі 6: З'єднання оптоволокон (методи з'єднання оптоволокон, підготовка оптоволокон до з'єднання, роз'ємні та нероз'ємні з'єднання оптоволокон) [2]. Компоненти WDM систем [1, 4, 8].
4. Підготовка до КМР №2.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 9

## 7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів не передбачено навчальним планом.

## 8. Методи навчання

Методами навчання під час викладання дисципліни є: лекції (теорія), практичні заняття, самостійна робота, консультації.

## 9. Методи контролю

Під час вивчення дисципліни застосовуються поточний, модульний контроль і підсумковий контроль знань студентів. Останній здійснюється у формі екзамену.

Об'єктом оцінювання знань студентів є програмний матеріал дисципліни різного характеру і рівня складності, засвоєння якого відповідно перевіряється під час поточного контролю і на заліку. Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою.

*1. Поточний контроль.* В процесі поточного контролю здійснюється перевірка запам'ятовування та розуміння програмного матеріалу, набуття вміння і навичок конкретних розрахунків та обґрунтувань, набуття навичок практичної роботи.

Об'єктами поточного контролю знань студента є:

- 1) систематичність та активність роботи на практичних заняттях;
- 2) виконання завдань для самостійного опрацювання;
- 3) виконання модульної роботи (контрольних занять).

При контролі систематичності та активності роботи на лекційних заняттях оцінці підлягають: рівень знань продемонстрований в усних відповідях на практичних заняттях, результати контролю.

При контролі виконання завдань для самостійного опрацювання оцінці підлягають: самостійне опрацювання тем в цілому чи окремих питань, проведення контрольних робіт.

При виконанні модульних (контрольних) завдань оцінці підлягають: тести, виконання письмових завдань під час проведення контрольних робіт, інші завдання.

### *2. Система підсумкового контролю*

Формою підсумкового контролю з дисципліни є екзамен. Екзамен проводиться в усній формі. Студент має право отримати оцінку за результатами модульного контролю, якщо він виконав всі види навчальної роботи без порушення встановлених термінів і отримав позитивну (за національною

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 10

шкалою) підсумкову оцінку.

Якщо студент отримав незадовільну оцінку або не згоден з оцінкою за результатами модульного контролю, він повинен скласти екзамен.

### 3. Перелік екзаменаційних завдань

Теоретичні питання, наведені у білетах, добираються з тематичного плану дисципліни, лекційного матеріалу, переліку питань для самостійного вивчення дисципліни, питань самостійної роботи студентів.

## 10. Розподіл балів

### Денна форма навчання

Поточне тестування та самостійна робота						Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	100
10	20	20	20	15	15	

### Заочна форма навчання

Поточне тестування та самостійна робота						Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	100
10	20	20	20	15	15	

## Шкала оцінювання

За шкалою	Екзамен	Залік	Бали
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре	Зараховано	82-89
C			74-81
D	Задовільно	Зараховано	64-73
E			60-63
FX	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F		Не зараховано	0-34

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 11

## 11. Рекомендована література

### *Основна література*

1. Воробієнко П. П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник [для вищих навчальних закладів] / П. П. Воробієнко, Л. А. Нікітюк, П. І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.
2. Корнійчук В. І. Волоконно-оптичні компоненти, системи передачі та мережі / В. І. Корнійчук, П. Д. Мосорін. – Одеса: Друк, 2001. – 364 с.
3. Готра З. Ю., Лопатинський І. Є., Лукіянець Б. А. та ін. Фізичні основи електронної техніки: Підручник / З. Ю. Готра, І. Є. Лопатинський, Б. А. Лукіянець, З. М. Микитюк, І. В. Петрович. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2004. – 880 с.
4. Michael Bass, editor in chief Handbook of optics – Vol. I – Fundamentals, techniques & design – 2-nd edition – McGraw-Hill Inc., 1995 – 1606 p.
5. Michael Bass, editor in chief Handbook of optics – Vol. II – Devices, measurements & properties – 2-nd edition – McGraw-Hill Inc., 1995 – 1496 p.
7. Michael Bass, editor in chief Handbook of optics – Vol. III – Classical, vision & X-ray optics – 2-nd edition – McGraw-Hill Inc., 2000 – 818 p.
8. Michael Bass, editor in chief Handbook of optics – Vol. IV – Fiber optics & nonlinear optics – 2-nd edition – McGraw-Hill Inc., 2001 – 943 p.
9. Bruce H. Walker Optical engineering fundamentals – 2-nd edition – SPIE Press, 2008 – 292 p.
10. Jacob Fraden Handbook of modern sensors: physics, designs and applications 5-th edition – Springer, 2016 – 765 p.
12. Achyut K. Dutta, Niloy K. Dutta, Masahiko Fujiwara WDM Technologies: Optical Networks – Academic Press, 2004 – 336 p.
13. Glen Kramer Ethernet Passive Optical Networks – McGraw-Hill Professional, 2005 – 330 p.
14. Bruce H. Walker Optical Engineering Fundamentals – SPIE Publications, 2009 – 292 p.
15. Le Nguyen Binh Optical Modulation: Advanced Techniques and Applications in Transmission Systems and Networks – CRC Press; Taylor & Francis, 2018 – 680p.

### *Допоміжна література*

1. Jörg Haus Optical sensors: basics and applications – Wiley-VCH, 2008 – 192 p.
2. Nathan Blaunstein, Shlomo Engelberg, Evgenii Krouk, Mikhail Sergeev Fiber Optic and Atmospheric Optical Communication – Wiley-IEEE Press, 2020 – 225 p.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-22.06- 05.01/172.00.1/М/ОК10 -2022
	Екземпляр № 1	Арк 12 / 12

3. Josep Prat Next-Generation FTTH Passive Optical Networks - Research Towards Unlimited Bandwidth Access – Springer, 2008 – 224 p.

## 12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <https://www.rp-photonics.com/> – RP Photonics Encyclopedia
2. <https://www.ipgphotonics.com/en/products/telecom-equipment> – Optical telecommunications products
3. <https://www.analog.com/en/products/optical.html> Optical Communications and Sensing
4. <https://www.toptica.com/> – TOPTICA Photonics AG (high-end laser systems for scientific and industrial applications)
5. <https://www.amstechnologies-webshop.com/> – AMS Technologies (optical fibers)
6. <https://leverrefluore.com/> – Le Verre Fluore (fluoride fibers)
7. <https://hubner-photonics.com/> – HÜBNER Photonics (diode-pumped lasers (DPLs))
8. <https://www.anritsu.com/en-in/sensing-devices/optical/communication-devices> – Anritsu optical devices for communication
9. <https://www.furukawaelectric.com/fsl/en/> – Furukawa Electric
10. [www.lib.zt.ua/](http://www.lib.zt.ua/) – Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Олега Ольжича.
11. [www.lib.ztu.edu.ua/](http://www.lib.ztu.edu.ua/) – бібліотека Державного університету «Житомирська політехніка»
12. [www.learn.ztu.edu.ua](http://www.learn.ztu.edu.ua) – Освітній портал Державного університету «Житомирська політехніка»