

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор Інженерного навчально-наукового  
інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

Наталія Метеленко  
(прізвище, ім'я)

**СИСТЕМИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ**

(назва навчальної дисципліни)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

підготовки бакалавра  
(назва освітнього ступеня)

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти  
спеціальності 153/176 Мікро-та наносистемна техніка  
(шифр, назва спеціальності)

спеціалізації / предметної спеціальності \_\_\_\_\_  
(шифр / назва)

освітньо-професійна програма Мікро-та наносистемна техніка  
(назва)

Укладач / Укладачі: Світанько М.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент  
кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення  
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено  
на засіданні кафедри електроніки,  
інформаційних систем та програмного  
забезпечення

Протокол № 9 від "19" грудня 2023 р.  
Завідувач кафедри

Т.В. Крицька  
(ініціали, прізвище)

Погоджено:  
Гарант ОП

М.В.Світанько  
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою  
Інженерного навчально-наукового інституту  
ім.Ю.М. Потебні

Протокол № 5 від "27" грудня 2023р.  
Голова науково-методичної ради

Т.А. Шарапова  
(ініціали, прізвище)

Погоджено:  
Відповідальний за секцію «Технічні науки»

А.І.Безверхий  
(ініціали, прізвище)

2024 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
<b>Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти</b>	<b>Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі</b>	<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
<b>Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</b>	Кількість кредитів – 5	<b>Вибіркова</b>	
		<b>Цикл дисциплін професійної підготовки спеціальності</b>	
<b>Спеціальність 176 "Мікро- та наносистемна техніка"</b>	Загальна кількість годин – 150	<b>Семестр:</b>	
		7 -й	7 -й
<b>Освітньо-професійна програма Мікро- та наносистемна техніка</b>	Змістових модулів – 8	<b>Лекції</b>	
		28 год.	6 год.
		<b>Лабораторні</b>	
<b>Рівень вищої освіти: бакалаврський</b>	Кількість поточних контрольних заходів – 22	14 год.	2 год.
		<b>Практичні</b>	
		14 год.	2 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		94 год.	140 год.
		<b>Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен</b>	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** вивчення навчальної дисципліни «Системи волоконно-оптичних ліній зв'язку» (СВОЛЗ) є оволодіння теоретичними та практичними знаннями в галузях науки та техніки, які пов'язані із використанням інформаційних систем на основі фізики діелектриків, технологічних основ електроніки, квантової оптики, лазерної техніки та оптоелектроніки.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Системи волоконно-оптичних ліній зв'язку» є:

- отримати знання із фізичних основ функціонування волоконно-оптичних хвилеводів та їх інтегральних компонент;
- розуміти принципи технології виготовлення волоконно-оптичних хвилеводних систем зв'язку;
- уміти використовувати фізичні та математичні моделі при проектуванні систем керування та обробки інформаційних сигналів, які передаються за допомогою волоконно-оптичних хвилеводних систем;
- отримати навички із застосування приладів на основі компонент СВОЛЗ.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<p><b>Загальні компетентності:</b></p> <p>ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ЗК4. Здатність спілкуватися іноземними мовами.</p> <p>ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>ЗК10. Навички здійснення безпечної діяльності.</p>	<p>Методи:</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (практичні завдання, лабораторні роботи, контрольні заходи, складання схем). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, моделювання ситуацій практичного характеру).</p>
<p><b>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:</b></p> <p>СК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>СК2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>СК4. Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні</p>	<p>Методи:</p> <p>Дослідницький (самостійна робота, проекти). Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Практичні методи (розрахункові завдання, лабораторні роботи, складання схем і алгоритмів). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу</p>

<p>мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>СК8. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.</p> <p>СК9. Здатність застосовувати на практиці галузеві стандарти та стандарти якості щодо мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>СК10. Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання.</p>	<p>(навчальна дискусія, моделювання ситуацій практичного характеру).</p>
<p><b>Програмні результати навчання:</b></p> <p>Р1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації.</p> <p>Р3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.</p> <p>Р7. Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів</p> <p>Р9. Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень.</p> <p>Р13. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з професійних питань з дотриманням норм сучасної української ділової та професійної мови.</p> <p>Р16. Застосовувати знання з оптосхемотехніки, фотовольтаїки та геліоелектроніки при проектуванні та розробці інформаційних систем мікро- та наноелектроніки.</p> <p>Р17. Використовувати знання з моделювання функціональних вузлів мікроелектроніки при розробці обладнання сучасних мікроелектронних інформаційних систем.</p>	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований).</p> <p>Контрольні заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>теоретичне тестування за змістовим модулем;</li> <li>надання звіту із виконання практичної розрахункової роботи;</li> <li>надання звіту із виконання лабораторної роботи;</li> <li>підсукове розрахункове завдання;</li> <li>підсумкове тестування.</li> </ul>

**Міждисциплінарні зв'язки.** Дисципліна «Системи волоконно-оптичних ліній зв'язку» є спеціалізованою компонентою в циклі дисциплін професійної підготовки спеціальності. Дисципліна є однією із складових вибіркового циклу. Логічним продовженням дисципліни є освітні компоненти ППОП10 (Функціональні вузли мікропроцесорних систем), ППОП11 (Цифрові логічні автомати).

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### ***Змістовий модуль 1. Основні фізичні поняття волоконно-оптичних систем***

Поняття «Волоконно-оптична система», «Волоконно-оптична лінія зв'язку (ВОЛЗ)». Поняття оптичного волоконного хвилевода (світловода). Електро-магнітні хвилі оптичного діапазона. Розповсюдження електромагнітних хвиль у діелектричному середовищі.

#### ***Змістовий модуль 2. Технологічні основи отримання оптичних волокон***

Методи виготовлення оптичних волокон. Матеріали оптичних волокон. Типи оптичних волокон. Рідинні світловоди.

#### ***Змістовий модуль 3. Фізичні властивості оптичних волокон***

Розповсюдження світла у оптичному волокні. Геометричні параметри оптичного волокна. Поняття про моду оптичного волокна. Дисперсія у оптичному волокні. Нелінійні ефекти у волокні. Пропускна здатність. Оптичні втрати у волокнах.

#### ***Змістовий модуль 4. Оптичні волокна спеціальної форми***

Фотонно-кристалічні волокна. Бреґгівські волокна. Волоконно-оптичні джгути та кабелі. Волоконно-оптичні підсилювачі.

#### ***Змістовий модуль 5. Інтегральні компоненти ВОЛЗ***

Джерела випромінювання. Фотоприймачі. Оптопари. Пасивні компоненти ВОЛЗ: конектори, дефлектори, розвітвлювачі, дзеркала, концентратори. Активні компоненти ВОЛЗ: модулятори, оптичні генератори, параметричні перетворювачі.

#### ***Змістовий модуль 6. Загальна структура ВОЛЗ***

Загальні принципи побудови ВОЛЗ. Регенераційна ділянка. Надійність ВОЛЗ. Використання мікроелектромеханічних систем (МЕМС) в структурі ВОЛЗ. Приклади розрахунку ВОЛЗ.

#### ***Змістовий модуль 7. Мережі ВОЛЗ***

Локальні мережі. Оптичний Ethernet. Магістральні лінії зв'язку. Солітонні лінії зв'язку

#### ***Змістовий модуль 8. Вільнопросторові оптичні лінії зв'язку***

Загальна характеристика. Структурна схема лазерної лінії зв'язку. Li –Fi зв'язок. Космічний Інтернет.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години								Самостійна робота, год		Система накопичення балів			
		Усього годин		Лекційні Заняття, год		Лабораторні заняття, год		Практ. заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Лаб. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
		о/д ф.	з/ди ст ф.	о/д ф.	з/ди ст ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/ди ст ф.	о/д ф.	з/ди ст ф.				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
1	15	6	2	4	1			2	1	9	13	2		3	5
2	15	4	1	2		2	1			11	14	2	3		5
3	15	8	1	4	1	2		2		7	14	3	3	3	9
4	15	8	1	4	1	2		2		7	14	3	3	3	9
5	15	8	2	4	1	2	1	2		7	13	3	3	3	9
6	15	8	2	4	1	2		2	1	7	13	3	3	3	9
7	15	8	1	4	1	2		2		7	14	2	3	3	8
8	15	6	1	2		2		2		9	15	2	2	2	6
Усього за змістові модулі	<b>120</b>	56	10	28	6	14	2	14	2	64	110	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>60</b>
Підсумковий семестровий контроль екзамен	<b>30</b>									30	30	<b>20</b>		<b>20</b>	<b>40</b>
Загалом		<b>150</b>								<b>100</b>					

### 5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Поняття «Волоконно-оптична система», «Волоконно-оптична лінія зв'язку (ВОЛЗ). Поняття оптичного волоконного хвилевода (світловода).	2	1
1	Електро-магнітні хвилі оптичного діапазона. Розповсюдження електромагнітних хвиль у діелектричному середовищі.	2	
2	Методи виготовлення оптичних волокон. Матеріали оптичних волокон. Типи оптичних волокон. Рідинні світловоди.	2	
3	Розповсюдження світла у оптичному волокні. Геометричні параметри оптичного волокна. Поняття про моду оптичного волокна.	2	1
3	Дисперсія у оптичному волокні. Нелінійні ефекти у волокні. Пропускна здатність. Оптичні втрати у волокнах.	2	
4	Фотонно-кристалічні волокна.	2	
4	Брегівські волокна. Волоконно-оптичні джгути та кабелі. Волоконно-оптичні підсилювачі.	2	1
5	Джерела випромінювання. Фотоприймачі. Оптичари. Пасивні компоненти ВОЛЗ: конектори, дефлектори, розвітвлювачі, дзеркала, концентратори.	2	1
5	Активні компоненти ВОЛЗ: модулятори, оптичні генератори, параметричні перетворювачі.	2	
6	Загальні принципи побудови ВОЛЗ. Регенераційна ділянка. Надійність ВОЛЗ.	2	
6	Використання мікроелектромеханічних систем (МЕМС) в структурі ВОЛЗ. Приклади розрахунку ВОЛЗ.	2	1
7	Локальні мережі. Оптичний Ethernet. Магістральні лінії зв'язку.	2	
7	Солітонні лінії зв'язку	2	1
8	Загальна характеристика. Структурна схема лазерної лінії зв'язку. Li – Fi зв'язок. Космічний Інтернет.	2	
<b>Разом</b>		<b>28</b>	<b>6</b>

### 6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д.ф.	з/дист.ф.
1	2	3	4
2	Оптичні волокна та кабелі для систем ВОЛЗ	2	1
3	Дослідження параметрів випромінювання оптичного волокна	2	
4	Дослідження властивостей конекторів оптичних волокон	2	
5	Дослідження характеристик оптичар у системах ВОЛЗ	2	1
6	Дослідження втрат у волокні рефлектометричним методом	2	
7	Дослідження властивостей систем Li – Fi зв'язку	2	
8	Дослідження параметрів лазерних випромінювачів у системах ВОЛЗ	2	
<b>Разом</b>		<b>14</b>	<b>2</b>

## 7. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Розповсюдження електро-магнітних хвиль у діелектричних середовищах	2	1
3	Основні закони геометричної оптики у світловодах	2	
4	Інтерференційні явища у оптичних волокнах	2	
5	Розрахунок параметрів випромінювачів та фотоприймачів ВОЛЗ	2	
6	Розрахунок апертурних параметрів оптичного волокна	2	1
7	Розрахунок оптичних втрат у оптичному волокні	2	
8	Розрахунок параметрів лазерної лінії зв'язку	2	
<b>Разом</b>		<b>14</b>	<b>2</b>



### 8. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Види поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів «Основні фізичні поняття волоконно-оптичних систем» ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Поняття «Волоконно-оптична система», «Волоконно-оптична лінія зв'язку (ВОЛЗ). Поняття оптичного волоконного хвилевода (світловода). Електро-магнітні хвилі оптичного діапазона. Розповсюдження електромагнітних хвиль у діелектричному середовищі.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 2. Правильна відповідь за одне питання - 1 бал.	2
	Практичне завдання - Виконання та оформлення практичної роботи «Розповсюдження електро-магнітних хвиль у діелектричних середовищах»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати практичну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) розв'язок повністю неправильний, оформлення не відповідає стандартам або відповідь на завдання відсутня - 0 балів.	3
<b>Усього за ЗМ 1</b>	<b>2</b>			<b>5</b>
2	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів «Технологічні основи отримання оптичних волокон» ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Методи виготовлення оптичних волокон. Матеріали оптичних волокон. Типи оптичних волокон. Рідинні світловоди.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 2. Правильна відповідь за одне питання - 1 бал.	2
	Практичне завдання - Виконання та оформлення лабораторної роботи «Оптичні волокна та кабелі для систем ВОЛЗ»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему	Лабораторне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах,	3

		<i>Moodle</i> ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) звіт містить грубі порушення у оформленні, результати не відповідають меті та завданням до роботи, розрахунки виконано неправильно - 0 балів	
<b>Усього за ЗМ 2</b>	<b>2</b>			<b>5</b>
3	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів «Фізичні властивості оптичних волокон» ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Розповсюдження світла у оптичному волокні. Геометричні параметри оптичного волокна. Поняття про моду оптичного волокна. Дисперсія у оптичному волокні. Нелінійні ефекти у волокні. Пропускна здатність. Оптичні втрати у волокнах.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь за одне питання - 1 бал.	<b>3</b>
	Практичне завдання - Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження параметрів випромінювання оптичного волокна»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему <i>Moodle</i> ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Лабораторне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) звіт містить грубі порушення у оформленні, результати не відповідають меті та завданням до роботи, розрахунки виконано неправильно - 0 балів	<b>3</b>
	Практичне завдання - Виконання та оформлення практичної роботи «Основні закони геометричної оптики у світловодах»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати практичну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему <i>Moodle</i> ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) розв'язок повністю неправильний, оформлення не відповідає стандартам або відповідь на завдання відсутня - 0 балів.	<b>3</b>

<b>Усього за ЗМ 3</b>	<b>3</b>			<b>9</b>
4	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів «Оптичні волокна спеціальної форми» ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Фотонно-кристалічні волокна. Бреггівські волокна. Волоконно-оптичні джугути та кабелі. Волоконно-оптичні підсилювачі.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь за одне питання - 1 бал.	<b>3</b>
	Практичне завдання - Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження властивостей конекторів оптичних волокон»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Лабораторне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) звіт містить грубі порушення у оформленні, результати не відповідають меті та завданням до роботи, розрахунки виконано неправильно - 0 балів	<b>3</b>
	Практичне завдання - Виконання та оформлення практичної роботи «Інтерференційні явища у оптичних волокнах»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати практичну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) розв'язок повністю неправильний, оформлення не відповідає стандартам або відповідь на завдання відсутня - 0 балів.	<b>3</b>
<b>Усього за ЗМ 4</b>	<b>3</b>			<b>9</b>
5	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів «Інтегральні компоненти ВОЛЗ» ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Джерела випромінювання. Фотоприймачі. Оптичари. Пасивні компоненти ВОЛЗ: конектори, дефлектори, розвітвлювачі, дзеркала, концентратори. Активні компоненти ВОЛЗ: модулятори, оптичні генератори, параметричні	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь за одне питання - 1 бал.	<b>3</b>

		перетворювачі.		
	Практичне завдання - Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження характеристик оптопар у системах ВОЛЗ»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Лабораторне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) звіт містить грубі порушення у оформленні, результати не відповідають меті та завданням до роботи, розрахунки виконано неправильно - 0 балів	<b>3</b>
	Практичне завдання - Виконання та оформлення практичної роботи «Розрахунок параметрів випромінювачів та фотоприймачів ВОЛЗ»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати практичну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) розв'язок повністю неправильний, оформлення не відповідає стандартам або відповідь на завдання відсутня - 0 балів.	<b>3</b>
<b>Усього за ЗМ 5</b>	<b>3</b>			<b>9</b>
6	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів «Загальна структура ВОЛЗ» ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Загальні принципи побудови ВОЛЗ. Регенераційна ділянка. Надійність ВОЛЗ. Використання мікроелектромеханічних систем (МЕМС) в структурі ВОЛЗ. Приклади розрахунку ВОЛЗ.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь за одне питання - 1 бал.	<b>3</b>
	Практичне завдання - Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження втрат у волокні рефлектометричним методом»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Лабораторне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних	<b>3</b>

			виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) звіт містить грубі порушення у оформленні, результати не відповідають меті та завданням до роботи, розрахунки виконано неправильно - 0 балів	
	Практичне завдання - Виконання та оформлення практичної роботи «Розрахунок апертурних параметрів оптичного волокна»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати практичну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) розв'язок повністю неправильний, оформлення не відповідає стандартам або відповідь на завдання відсутня - 0 балів.	<b>3</b>
<b>Усього за ЗМ 6</b>	<b>3</b>			<b>9</b>
	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів «Мережі ВОЛЗ» ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Оптичний Ethernet. Магістральні лінії зв'язку. Солітонні лінії зв'язку	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 2. Правильна відповідь за одне питання - 1 бал.	<b>2</b>
7	Практичне завдання - Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження властивостей систем Li –Fi зв'язку»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Лабораторне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал; 4) звіт містить грубі порушення у оформленні, результати не відповідають меті та завданням до роботи, розрахунки виконано неправильно - 0 балів	<b>3</b>
	Практичне завдання - Виконання та оформлення практичної роботи «Розрахунок оптичних втрат у оптичному волокні»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати практичну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 3 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 2 бали; 3) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 1 бал;	<b>3</b>

			4) розв'язок повністю неправильний, оформлення не відповідає стандартам або відповідь на завдання відсутня - 0 балів.	
<b>Усього за ЗМ 7</b>	<b>3</b>			<b>8</b>
8	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів «Вільнопросторові оптичні лінії зв'язку» ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Загальна характеристика. Структурна схема лазерної лінії зв'язку. Li –Fi зв'язок. Космічний Інтернет.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 2. Правильна відповідь за одне питання - 1 бал.	<b>2</b>
	Практичне завдання - Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження параметрів лазерних випромінювачів у системах ВОЛЗ»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Лабораторне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 2 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 1 бали; 3) звіт містить грубі порушення у оформленні, результати не відповідають меті та завданням до роботи, розрахунки виконано неправильно - 0 балів	<b>2</b>
	Практичне завдання - Виконання та оформлення практичної роботи «Розрахунок параметрів лазерної лінії зв'язку»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати практичну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 2 бали; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 1 бал; 4) розв'язок повністю неправильний, оформлення не відповідає стандартам або відповідь на завдання відсутня - 0 балів.	<b>2</b>
<b>Усього за ЗМ 8</b>	<b>3</b>			<b>6</b>
<b>Усього за змістові модулі</b>	<b>22</b>			<b>60</b>

### 9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
<b>Екзамен</b>	Теоретичне завдання: контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів ( <i>тест в Moodle</i> )	<p>Поняття «Волоконно-оптична система», «Волоконно-оптична лінія зв'язку (ВОЛЗ). Поняття оптичного волоконного хвилевода (світловода). Електро-магнітні хвилі оптичного діапазона. Розповсюдження електромагнітних хвиль у діелектричному середовищі. Методи виготовлення оптичних волокон. Матеріали оптичних волокон. Типи оптичних волокон. Рідинні світловоди.</p> <p>Розповсюдження світла у оптичному волокні. Геометричні параметри оптичного волокна. Поняття про моду оптичного волокна. Дисперсія у оптичному волокні. Нелінійні ефекти у волокні. Пропускна здатність. Оптичні втрати у волокнах. Фотонно-кристалічні волокна. Бреґівські волокна. Волоконно-оптичні джгути та кабелі. Волоконно-оптичні підсилювачі. Джерела випромінювання. Фотоприймачі. Оптопари. Пасивні компоненти ВОЛЗ: конектори, дефлектори, розвітвлювачі, дзеркала, концентратори. Активні компоненти ВОЛЗ: модулятори, оптичні генератори, параметричні перетворювачі. Загальні принципи побудови ВОЛЗ. Регенераційна ділянка. Надійність ВОЛЗ. Використання мікроелектромеханічних систем (МЕМС) в структурі ВОЛЗ. Приклади розрахунку ВОЛЗ. Локальні мережі. Оптичний Ethernet. Магістральні лінії зв'язку. Солітонні лінії зв'язку. Загальна характеристика. Структурна схема лазерної лінії зв'язку. Li – Fi зв'язок. Космічний Інтернет.</p>	<p>Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 2 бали</p>	<b>20</b>
	Практичне завдання: Розрахункова задача за матеріалом	<p>Розрахункова задача, яка передбачає розв'язання комплексної задачі згідно завдання, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не</p>	<p>Практичне завдання оцінюється: 1) виконано повністю без зауважень - 20 балів; 2) виконано з деякими не принциповими помилками при розрахунках при правильних аналітичних виразах, оформлення відповідає</p>	<b>20</b>

	вивчення курсу	більше 5 Мб)	<p>стандартам – 15 балів;</p> <p>3) виконано із деяким помилками в аналітичних виразах, оформлення відповідає стандартам – 10 балів;</p> <p>4) виконано із принциповими помилками в аналітичних виразах, оформлено відповідно до стандартів – 5 балів;</p> <p>5) виконано із принциповими помилками, оформлено із помилками – 1 бал;</p> <p>6) виконано із принциповими помилками, оформлено із невідповідністю до стандартів – 0,5 бали;</p> <p>7) розв’язок повністю неправильний, оформлення не відповідає стандартам або відповідь на завдання відсутня - 0 балів</p>	
Усього за підсумковий семестровий контроль	<b>2</b>			<b>40</b>



## 10. Рекомендована література

### Основна:

1. Мінакова К. О. Квантова електроніка : підручник / К. О. Мінакова, Р. В. Зайцев, М. В. Кіріченко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Дніпро : Середняк Т. К., 2023. 187.
2. Шмирьова Л. М. Квантова електроніка : Навчальний посібник Частина 1. Для студентів факультету електроніки КПІ ім. Ігоря Сікорського усіх форм навчання / Л. М. Шмирьова, О. М. Бевза, Н. В. Слободян. Київ :: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 98 с.
3. Чадюк В. О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання : навч. посіб. У 2-х кн. / В. О. Чадюк. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. Кн. 1. 376 с.
4. Колесник Ю. І. Елементи та пристрої квантової електроніки : навч. посіб. / Ю. І. Колесник, А. В. Кіпенський. Харків : НТУ «ХП», 2016. 318 с.
5. Черняков Е. І. Оптоелектроніка : навч. посіб / Е. І. Черняков, Ю. П. Мачехін, М. П. Кухтін, С. М. Кухтін Харків : ХНУРЕ, 2016. 292 с. URL : <https://openarchive.nure.ua/handle/document/8917>(дата звернення: 01.08.2023).

### Додаткова:

1. Кривець О. С. Квантова електроніка : навч. посіб / О. С. Кривець, О. О. Шматько, О. В. Ющенко. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 340 с.
2. Птащенко О. О. Основи квантової електроніки : навчальний посібник Одеса : Астропринт, 2010. 392 с.
3. Вакарчук І. О. Квантова механіка : підручник / І. О. Вакарчук. 4-те вид., доп. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 872 с. : 78 іл.
4. Григоруk В. І. Лазерна фізика : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. І. Григоруk, П.А. Коротков, А. І. Хижняк. – 2-е вид. Київ : МП Леся, 1999. 526 с.
5. Косяченко Л. А. Основи інтегральної та волоконної оптики. Навчальний посібник. Чернівці : Рута, 2008. 347с.
6. Світанько М. В., Верьовкін Л. Л., Хрипко С. Л. Лазерна техніка та технології. Конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» денної та заочної форм навчання. Запоріжжя : 2018. 40 с.
7. Дмитрієва Л. Б. Оптоелектроніка. Електронний Конспект лекцій, Запоріжжя. : вид. ЗДІА. 2010. 100 с.
8. Курс загальної фізики. Оптика : хвилі, промені, кванти : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Б. К. Остафійчук [та ін.] ; за ред. чл.-кор. НАН України, проф. Б. К. Остафійчука. Вид. 3-є, переробл. і допов. Івано-Франківськ : Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2011. 664 с.
9. Навчальний посібник для студентів вищих технічних і педагогічних закладів освіти / Кучерук І. М., Горбачук І. Т.; за ред. Кучерука І. М. Київ : Техніка, 1999. Том 3: Оптика. Квантова фізика. 520 с.
10. Nenchev M., Deneva M., Yasser A., Suat T., Chassagne L., Himbert M., Quantum electronics and optical techniques and devices for applications inbiology, atmosphere monitoring, optical communications and sciences // Journal of the Technical University Sofia Plovdiv branch, Bulgaria “Fundamental Sciences and Applications” Vol. 19, 2013. 7 – 22.
11. Deneva M., M. Nenchev, Development of original, simple quantum electronics device with emission passively frequency locked at atomic absorption line, // Proc. Intern. Confer.“Laser technology and Lasers”, Bulg., 2005, 37-45.
12. Sizov F. F. Brief history of THz and IR technologies SPQEO, 2019. V. 22, N 1. P. 67-79.
13. Bashchenko S. M., Marchenko L. S., Negriyko A. M., Smirnova T. N., Matsnev I. V. // Spectral control of powerful diode lasers with enhanced output by external cavity based on volume holographic grating, SPQEO, 2018. V. 21, N 4. P. 424-428.

### Інформаційні ресурси:

1. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/> (дата звернення: 01.08.2023)
2. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/>(дата звернення: 01.08.2023)
3. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL : <http://www.nbuv.gov.ua/>(дата звернення: 01.08.2023)
4. Optical Switching and Networking URL : <https://www.journals.elsevier.com/optical-switching-and-networking> (дата звернення: 01.08.2023)
5. Optics & Laser Technology URL : <https://www.journals.elsevier.com/optics-and-laser-technology>(дата звернення: 01.08.2023)
6. Solid-State Electronics URL : <https://www.journals.elsevier.com/solid-state-electronics> (дата звернення: 01.08.2023)
7. ЕІЕ: Електротехніка і електромеханіка – науково-практичний журнал. 2019. URL: [www.kpi.kharkiv.edu/eie](http://www.kpi.kharkiv.edu/eie)(дата звернення: 01.08.2023)
8. Proteus URL: <http://www.labcenter.com>(дата звернення: 01.08.2023)