



**Міжнародний гуманітарний університет**  
**Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук**  
**Кафедра комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій**

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**КОГЕРЕНТНІ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ СИСТЕМИ ПЕРЕДАВАННЯ**

<b>Галузь знань</b>	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
<b>Спеціальність</b>	172 Електронні комунікації та радіотехніка
<b>Назва освітньої програми</b>	Комп'ютерні мережі та Інтернет
<b>Рівень вищої освіти</b>	другий (магістерський) рівень

<b>Розробники і викладачі</b>	<b>Контактний тел.</b>	<b>E-mail</b>
доцент кафедри комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій, кандидат технічних наук <b>Педяш Володимир Віталійович</b>	+38067-37 87 003	vpedyash@gmail.com

**1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ**

Використання волоконно-оптичних систем передавання (ВОСП) є вкрай актуальним у сучасному світі, оскільки вони забезпечують надзвичайно велику пропускну здатність, що робить їх ідеальними для передачі великої кількості даних на значні відстані. В сучасних ВОСП використовуються методи цифрової обробки сигналів, тому повідомлення можуть бути передані на великі відстані без втрати якості, що особливо важливо для транспортних телекомунікаційних мереж. Оптичні волокна не піддаються зовнішнім електромагнітним впливам і самі не випромінюють електромагнітне випромінювання, що робить волоконно-оптичні системи менш вразливими до зовнішніх впливів та інтерференцій, зменшує ймовірність несанкціонованого доступу. Отже, волоконно-оптичні системи залишаються актуальними та важливими компонентами інфраструктури зв'язку, які вносять суттєвий внесок у розвиток сучасного інформаційного суспільства.

**Мета викладання дисципліни** – формування у студентів системи наукових і професійних знань щодо принципи побудови сучасних цифрових волоконно-оптичних систем передавання, методи формування, обробки та прийому оптичних сигналів, математичні моделі функціональних блоків ВОСП, проектування, підвищення надійності та завадостійкості робочих характеристик системи.

**Передумови для вивчення дисципліни** є знання і вміння, отримані студентом при вивченні навчальних дисциплін «Планування та проектування комп'ютерних мереж» та «Інформаційно-комунікаційні технології». Знання і вміння, отримані студентом при вивченні даної навчальної дисципліни, можуть бути використані при написанні випускної кваліфікаційної роботи.

## **2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ ТА ДОСЯГНЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

У процесі реалізації програми дисципліни «Когерентні волоконно-оптичні системи передавання» формуються наступні компетентності зі спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка. Здобувач вищої освіти повинен:

### ***знати***

- фізичні характеристики оптичного волокна;
- природу лінійних спотворень сигналу в оптичному волокні;
- нелінійні оптичні явища в одномодових оптичних волокнах;
- компоненти волоконно-оптичного тракту ВОСП та їх характеристики;
- математичні моделі обробки сигналу в компонентах волоконно-оптичного тракту ВОСП;
- методи ущільнення в ВОСП для збільшення спектральної щільності сигналу.

### ***вміти***

- аналізувати характеристики компонентів волоконно-оптичного тракту ВОСП;
- розробляти моделі волоконно-оптичного тракту з різними методами модуляції та схемами прийому сигналу ВОСП;
- обирати тип обладнання ВОСП та оцінювати якісні характеристики оптичних каналів системи.

## **3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ**

Загалом		Вид заняття (денна / заочна форма навчання)			Ознаки курсу		
ЄКТС	годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
6	180	42 / 6	28 / 6	110 / 168	1	2	Вибіркова

#### 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	Усього	у тому числі			Усього	у тому числі		
		Лекц.	Прак.	Сам. роб.		Лекц.	Прак.	Сам. роб.
Тема 1. Класифікація, функціональні схеми та основні характеристики волоконно-оптичних систем передавання	26	10	6	20	44	2		42
Тема 2. Компоненти волоконно-оптичних систем передавання та їх математичні моделі	58	10	6	30	46	2	2	42
Тема 3. Методи підвищення спектральної ефективності ВОСП	48	10	6	30	46	2	2	42
Тема 4. Обладнання сучасних ВОСП	48	12	10	30	44		2	42
Всього	180	42	28	110	180	6	6	168
Підсумковий контроль – екзамен								

#### 5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Студенти отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням університетської платформи он-лайн навчання на базі Moodle (Google class). Окрім того, практичні навички під час виконання лабораторних робіт та виконання індивідуальних завдань, студенти отримують, користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою. Обчислювальні середовища GNU Octave 8.3 (<https://octave.org>) та Scilab 2023 (<https://www.scilab.org/>).

#### 6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Когерентні волоконно-оптичні системи передавання» включаються:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка та виконання індивідуальних завдань.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

### Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	<b>Тема 1. Класифікація, функціональні схеми та основні характеристики волоконно-оптичних систем передавання</b> Класифікація ВОСП за призначенням та принципом обробки сигналу. Функціональні схеми ВОСП з прямим та когерентним прийомом	20	42
2	<b>Тема 2. Компоненти волоконно-оптичних систем передавання та їх математичні моделі</b> Функціональні схеми, компоненти передавача та приймача транспондера ВОСП. Основні характеристики оптичних волокон, оптичних підсилювачів та пристроїв компенсації лінійних та нелінійних спотворень сигналів. Математичні моделі обробки сигналів у функціональних блоках ВОСП. Оцінка якісних характеристик каналів ВОСП методом імітаційного моделювання.	30	42
3	<b>Тема 3. Методи підвищення спектральної ефективності ВОСП</b> Методи модуляції оптичних сигналів та їх порівняльна характеристика. Обробка сигналів у приймачі когерентної ВОСП. Перспективні методи підвищення спектральної ефективності ВОСП.	30	42
4	<b>Тема 4. Обладнання сучасних ВОСП</b> Аналіз типів, функціональних схем та порівняльна характеристика обладнання сучасних ВОСП.	30	42
	Всього	110	168

### 7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни передбачає наступні види та методи контролю:

Види контролю	Складові оцінювання
Поточний контроль, який здійснюється у ході: проведення практичних занять, виконання індивідуального завдання; проведення консультацій та відпрацювань.	50%
Підсумковий контроль, який здійснюється у ході проведення екзамену.	50%

Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, індивідуальні завдання, робота у групах, розв'язання практичних завдань, екзамен
-------------------------------------	---

## 8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З ПІДСУМКОВИМ КОНТРОЛЕМ У ФОРМІ ЕКЗАМЕНУ

Денна форма навчання			
Поточний контроль			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
<b>Систематичність і активність роботи на практичних заняттях</b>			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	<b>25</b>
<b>Виконання завдань для самостійного опрацювання</b>			
1.2. Підготовка програмного матеріалу (тем, питань), що виноситься на самостійне вивчення	-//-	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР <sup>1</sup> , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	<b>10</b>
<b>Виконання індивідуальних завдань (науково-дослідна робота студента)</b>			
1.3. Підготовка індивідуального завдання згідно вказівок викладача	Відповідно до розкладу занять і графіку ІКР	Обговорення (захист) матеріалів індивідуального завдання	<b>10</b>
1.4. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	-//-	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять або ІКР, наукових конференцій та круглих столів.	<b>5</b>
<b>Разом балів за поточний контроль</b>			<b>50</b>
Підсумковий контроль екзамен			<b>50</b>
<b>Всього балів</b>			<b>100</b>

  

Заочна форма навчання			
Поточний контроль			
Види самостійної роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
<b>Систематичність і активність роботи під час аудиторних занять</b>			

<sup>1</sup> Індивідуально-консультативна робота викладача зі студентами

1.1. Підготовка до аудиторних занять	Відповідно до розкладу	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час аудиторних занять	<b>15</b>
<b>За виконання контрольних робіт (завдань)</b>			
1.2. Підготовка контрольних робіт (завдань) за заданою тематикою	-//-	Перевірка контрольних робіт, (завдань)	<b>15</b>
<b>Виконання завдань для самостійного опрацювання</b>			
1.3. Підготовка індивідуального завдання згідно вказівок викладача	-//-	Обговорення (захист) матеріалів індивідуального завдання	<b>10</b>
<b>Виконання індивідуальних завдань (науково-дослідна робота студента)</b>			
2.1. Підготовка індивідуального завдання за заданою тематикою, індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо	Відповідно до графіку ІКР	Обговорення (захист) матеріалів індивідуального завдання під час ІКР	<b>10</b>
<b>Разом балів за поточний контроль</b>			<b>50</b>
<i>Підсумковий контроль екзамен</i>			<b>50</b>
<b>Всього балів підсумкової оцінки</b>			<b>100</b>

## 9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАЇЬ СТУДЕНТІВ (для екзамену)

Рівень знань оцінюється:

– «відмінно» / «зараховано» А – від 90 до 100 балів. Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях, практичних заняттях, під час яких виконував усі поставленні завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» В – від 82 до 89 балів. Студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях, практичних заняттях, під час яких виконував усі поставленні завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» С – від 74 до 81 балів. Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність виконаних індивідуальних завдань та завдань до самостійної роботи та активність у науково-дослідній роботі;

– «задовільно» / «зараховано» D - від 64 до 73 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність

виконаних індивідуальних завдань та завдань до самостійної роботи;

– «задовільно» / «зараховано» E – від 60 до 63 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, виконав не всі завдання до самостійної роботи;

– «незадовільно з можливістю повторного складання» / «не зараховано» FX – від 35 до 59 балів. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу;

– «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «не зараховано» F – від 1 до 34 балів. Студент не володіє навчальним матеріалом.

**Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами**

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	Fx	Незадовільно	Не зараховано
1-34	F		

## **10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. Le Nguyen Binh. Advanced Digital Optical Communications. - Boca Raton: CRC Press, 2015. -926 p.
2. Ivan B. Djordjevic. Advanced Optical and Wireless Communications Systems. - Tucson: Springer, 2018. - -952 p.
3. Le Nguyen Binh. Digital Optical Communications. - Boca Raton: CRC Press, 2008. -926 p.
4. Le Nguyen Binh. Digital Processing Optical Transmission and Coherent Receiving Techniques. - New York: CRC Press, 2014. -926 p.
5. Shaw J.K. Mathematical Principles of Optical Fiber Communication / Shaw J.K. – Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute and State University, 2004. – 103 p.
6. Seimetz M. High-Order Modulation for Optical Fiber Transmission / Seimetz M. – Berlin: Springer, 2009. – 252 p.

### **Допоміжна**

1. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 / Р. Н. Кветний та ін. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с.

2. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 2 / Р. Н. Кветний та ін. Вінниця: ВНТУ, 2012. 193 с.
3. Томашевський В.М. Моделювання систем. Підручник / В.М. Томашевський.- К.:Видавнича група ВНУ, 2015. - 352с.
4. Стеценко І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст]. Черкаси: ЧДТУ, 2010. 399 с.
5. Хусаїнов Д. Я., Харченко І. І., Шатирко А. В. Введення в моделювання динамічних систем: навч. посіб. Київ: КНУ, 2010. 132 с.
6. Чуйко Г. П., Дворник О. В., Яремчук О. М. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. 244 с.
7. GNU Octave documentation: 5th ed. / J.W. Eaton et al. Boston: Free Software Foundation, Inc.

### **Інформаційні ресурси**

1. GNU Octave. Scientific programming language [Електронний ресурс] // GNU General Public License. 2010. URL: <https://www.gnu.org/software/octave/>. Дата звернення: 08.08.2023
2. Scilab tutorials [Електронний ресурс] // GNU General Public License (GPL) v2.0. 2015. URL: <https://www.scilab.org/tutorials>. Дата звернення: 02.08.2023
3. Scicos: Block diagram modeler/simulator [Електронний ресурс] // INRIA. 2015. URL: <http://www.scicos.org/> Дата звернення: 21.07.2023
4. Simulink for system modeling and simulation [Електронний ресурс] // The MathWorks, Inc. 2015. URL: <https://www.mathworks.com/solutions/system-design-simulation.html>. Дата звернення: 23.07.2023