НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки
Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ Богдан КОРОБКО
«28» 08 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Оптичні та перспективні проводові лінії зв'язку»
(назва навчальної дисципліни)

Підготовки	Доктор філософії (назва ступеня вищої освіти)
Освітньо-наукова програма	Телекомунікації та радіотехніка (назва освітньо-наукової програми)
Спеціальності	G5 Електроніка, електронні комунікації приладобудування та радіотехніка (код і назва спеціальності)

Полтава
2026 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Оптичні та перспективні проводові лінії зв'язку» для здобувачів вищої освіти спеціальності G5 Електроніка, електронні комунікації приладобудування та радіотехніка, третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

Розробник: Лєві Леонід Ісаакович, доктор технічних наук, професор кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій

Погоджено:

Гарант освітньо-наукової програми _____ Олександр ШЕФЕР

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій

Протокол від «26» 08 2026 року № 1

Завідувач кафедри автоматики,
електроніки та телекомунікацій _____ Олександр ШЕФЕР

«26» 08 2026 року

Схвалено навчально-методичною комісією Навчально-наукового інституту інформаційних технологій та робототехніки

Протокол від «27» 08 2026 року № 1

Голова навчально-методичної комісії
навчально-наукового інституту
інформаційних технологій та робототехніки _____ Олександр ШЕФЕР

«27» 08 2026 року

© Лєві Л.І., 2026 рік
© Національний університет
імені Юрія Кондратюка, 2026 рік

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="3">Найменування показників</td><td rowspan="3">Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма здобуття освіти</td></tr>
<tr><td>денна</td><td>заочна</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 3</td><td rowspan="2">Галузь знань

G «Інженерія, виробництво та будівництво»</td><td colspan="2" rowspan="2">вибіркова</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 90</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Модулів – 1</td><td rowspan="6">Спеціальність

G5 Електроніка, електронні комунікації приладобудування та радіотехніка</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>2/3й</td><td>2/3й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Змістових модулів – 1</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>4/5</td><td>4/5</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Індивідуальне завдання
Не передбачено</td><td rowspan="10">Ступінь вищої освіти
третій (освітньо-науковий)</td><td>16 год.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>8 год.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>0 год.</td><td>0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>66 год.</td><td>82 год.</td></tr>
<tr><td>Індивідуальна робота: 0 год.</td><td>Індивідуальна робота: 0 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: диф. залік</td></tr>
</table>

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

для денної форми здобуття освіти – 24/66
для заочної форми здобуття освіти – 8/82

2. Мета навчальної дисципліни

Мета – формування у здобувачів вищої освіти системи поглиблених знань та практичних навичок щодо застосування оптичних та перспективних ліній зв'язку, а також розвиток професійних компетентностей у сферах машинного навчання, предиктивної аналітики та обробки телекомунікаційних даних для автоматизації проектування та підвищення ефективності сучасних мереж електронних комунікацій.

Визначені освітньо-науковою програмою компетентності, для формування яких використовується ця навчальна дисципліна:

– Здатність здобувача продукувати нові ідеї, розв’язувати комплексні проблеми у галузі електроніки, автоматизація та електронних комунікацій, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

– Уміння аналізувати функціонування систем передачі інформації та інтерпретувати результати аналізу, застосовувати інтелектуальні методи для оцінки ефективності їхніх характеристик та робити обґрунтовані висновки щодо покращення пропускної здатності, якості та надійності каналів зв’язку.

– Здатність застосовувати у професійній діяльності теоретичні знання, інструменти та методи для здійснення ефективного інформаційного пошуку, структурування інформації, формулювання наукових та професійних завдань в області телекомунікацій та радіотехніки.

– Здатність до обробки результатів експериментальних досліджень з використанням сучасних методів у задачах галузі.

– Здатність до діяльності, яка пов’язана з трансформацією наукових досліджень в області телекомунікацій та радіотехніки і розробок інших науково-технологічних досягнень у новий чи покращений продукт.

– Здатність впровадження новітніх технологій у процесі проєктування перспективних та модернізації існуючих радіотехнічних та телекомунікаційних систем і мереж та захисту інформації.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою вивчення дисципліни є попередньо опановані дисципліни третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Компетентності, для формування яких використовується ця навчальна дисципліна базується на результатах навчання:

– Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, статистичні методи аналізу даних та/або складної структури.

– Мати необхідні теоретичні та методичні знання в сфері телекомунікацій та радіотехніки і на межі предметних галузей, для проведення наукових і прикладних досліджень на високому рівні сучасних досягнень галузі електроніки, автоматизації та електронних комунікацій.

– Вміти розробляти, обґрунтовувати та впроваджувати інноваційні проекти і технічні рішення у сфері телекомунікацій та радіотехніки, застосовуючи отримані наукові знання та навички.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем вищої освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	ЄКТС Значення	Оцінка за національною шкалою	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 – 100	**A**	**Відмінно**	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	**Високий**, що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	**B**	**Добре**	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	**Достатній**, що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	**C**	**Добре**	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	**Достатній**, конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	**D**	**Задовільно**	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядались з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	**Середній**, що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.

60 – 63	**E**	**Достатньо**	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень і володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	**Середній,** що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.
35 - 59	**FX**	**Незадовільно** з можливістю повторного складання екзамену/ диференційованого заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних робіт в більшості є неправильними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	**Низький**, не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	**F**	**Незадовільно** з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/ диференційованого заліку.	**Незадовільний**, здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

✓ **Поточний контроль**

- Виконання практичних робіт
- Тестування
- Виконання завдань самостійної роботи

✓ **Підсумковий контроль**

- Диференційований залік

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Новітні волоконно-оптичні технології та методи ущільнення
Тема 1. Просторово-мультиплексовані оптичні системи.

Розглядаються принципи збільшення пропускної здатності ліній зв'язку шляхом передачі незалежних інформаційних потоків через різні просторові канали у багатосерцевинних та багатомодових волокнах.

Практичне заняття 1

Тема 2. Оптичні волокна з порожнистою серцевиною у високошвидкісних лініях.

Розглядаються особливості поширення світла у повітряному зазорі структури волокна, що дозволяє мінімізувати затримку сигналу, знизити нелінійні спотворення та суттєво підвищити швидкість передачі даних.

Тема 3. Когерентний оптичний зв’язок та цифрова обробка сигналів.

Розглядаються методи амплітудно-фазової модуляції світлових хвиль разом із сучасними алгоритмами цифрової фільтрації (DSP) для компенсації хроматичної та поляризаційної дисперсії в реальному часі.

Практичне заняття 2

Тема 4. Еластичні оптичні мережі та динамічний розподіл спектра.

Розглядається концепція гнучкого керування частотним ресурсом за допомогою медіаканалів змінної ширини (flex-grid), яка забезпечує адаптивне виділення смуги під поточні потреби трафіку.

Тема 5. Конвергенція зв’язку та сенсингу: Розподілений оптичний моніторинг.

Розглядаються технології суміщення передачі інформації з функціями сенсорики, де саме волокно виступає чутливим елементом для вимірювання температури, акустичних коливань та механічних деформацій.

Практичне заняття 3

Тема 6. Волоконно-оптичні системи квантового розподілу ключів.

Розглядаються методи генерації та передачі абсолютно захищених криптографічних ключів на основі фундаментальних законів квантової фізики одиночних фотонів.

Тема 7. Фізична безпека та методи моніторингу цілісності оптичних ліній.

Розглядаються апаратні та програмні рішення для безперервного контролю стану кабельної інфраструктури, виявлення несанкціонованих підключень та точного локалізування місць пошкоджень.

Практичне заняття 4

Тема 8. Технології Radio-over-Fiber для інтеграції з мережами 5G+/6G.

Розглядаються архітектури передачі високочастотних радіосигналів безпосередньо через оптичний кабель для спрощення структури та підвищення енергоефективності базових станцій мобільного зв'язку майбутніх поколінь.

8. Структура навчальної дисципліни

а) для денної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовний модуль 1. Новітні волоконно-оптичні технології та методи ущільнення						
Тема 1. Просторово-мультиплексовані оптичні системи	12	2	2			8
Тема 2. Оптичні волокна з порожнистою серцевиною у високошвидкісних лініях	10	2				8
Тема 3. Когерентний оптичний зв'язок та цифрова обробка сигналів	12	2	2			8
Тема 4. Еластичні оптичні мережі та динамічний розподіл спектра	10	2				8
Тема 5. Конвергенція зв'язку та сенсингу: Розподілений оптичний моніторинг	12	2	2			8
Тема 6. Волоконно-оптичні системи квантового розподілу ключів	10	2				8
Тема 7. Фізична безпека та методи моніторингу цілісності оптичних ліній	12	2	2			8
Тема 8. Технології Radio-over-Fiber для інтеграції з мережами 5G+/6G	12	2				10
Усього годин	90	16	8			66

б) для заочної форми здобуття освіти

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Змістовний модуль 1. Новітні волоконно-оптичні технології та методи ущільнення						
Тема 1. Просторово-мультиплексовані оптичні системи	14	2	2			10
Тема 2. Оптичні волокна з порожнистою серцевиною у високошвидкісних лініях	10					10
Тема 3. Когерентний оптичний зв'язок та цифрова обробка сигналів	10					10
Тема 4. Еластичні оптичні мережі та динамічний розподіл спектра	10					10
Тема 5. Конвергенція зв'язку та сенсингу: Розподілений оптичний моніторинг	10					10
Тема 6. Волоконно-оптичні системи квантового розподілу ключів	10					10
Тема 7. Фізична безпека та методи моніторингу цілісності оптичних ліній	14	2	2			10
Тема 8. Технології Radio-over-Fiber для інтеграції з мережами 5G+/6G	12					12
Усього годин	90	4	4			82

9. Перелік питань для семінарських занять

№ заняття	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
-	**Семінарські заняття не передбачені***	-	-

10. Перелік питань для практичних занять

№ заняття	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
1	1. Які ключові фізичні відмінності та переваги архітектур на основі багатосерцевинних волокон (MCF) порівняно з багатомодовими волокнами (MMF) у системах SDM? 2. Що таке міжмодові (або міжсерцевинні) перехресні завади (crosstalk) і за допомогою яких оптичних чи цифрових методів їх мінімізують? 3. Яку роль відіграють компоненти просторового зведення/розведення каналів (Spatial Mux/Demux, наприклад, фотонні ліхтарі — photonic lanterns) у формуванні SDM-тракту?	2	2
2	1. Завдяки яким конструктивним особливостям волокна з порожнистою серцевиною (HCF) забезпечують нижчу затримку (latency) та вищий поріг нелінійності порівняно зі стандартними волокнами SMF-28? 2. Опишіть принцип роботи когерентного приймача: навіщо у його схемі використовується локальний осцилятор (оптичний гетеродин) та 90-градусний гібридний змішувач? 3. Які саме спотворення оптичного сигналу (наприклад, хроматична дисперсія, PMD) компенсуються на етапі цифрової обробки сигналів (DSP), а які вимагають оптичної корекції?	2	
3	1. Чим концепція гнучкої частотної сітки (Flex-Grid, ITU-T G.694.1) відрізняється від класичної жорсткої сітки DWDM (наприклад, 50 ГГц) з погляду ефективності	2	

	використання спектра? 2. Які критерії та алгоритми використовуються для динамічного виділення спектральних слотів (проблема Routing and Spectrum Allocation — RSA) при зміні обсягів трафіку в еластичній оптичній мережі (EON)? 3. Які фізичні явища (розсіювання Релея, Бріллюена чи Рамана) лежать в основі побудови розподілених оптичних сенсорів для одночасного вимірювання температури та механічних деформацій уздовж лінії?		
4	1. У чому полягає фундаментальна різниця між протоколами квантового розподілу ключів на одиночних фотонах (DV-QKD, наприклад BB84) та системами на неперервних змінних (CV-QKD)? 2. Яким чином закони квантової механіки (зокрема, теорема про заборону клонування) гарантують виявлення спроби перехоплення інформації (e eavesdropping) зловмисником? 3. Які методи моніторингу цілісності лінії (наприклад, когерентна рефлектометрія COTDR чи аналіз стану поляризації SOP) дозволяють виявити мікрозгини або несанкціоноване підключення до волокна без розриву зв'язку?	2	2
Разом		8	4

11. Перелік питань для лабораторних занять

№ заняття	Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
-	**Лабораторні заняття не передбачені***	-	-

12. Самостійна робота

Мета самостійної роботи спрямована на формування у здобувачів вищої освіти здатності до самостійного поглиблення та розширення теоретичних знань і практичних навичок у галузі застосування методів машинного навчання в електронних комунікаціях.

Види самостійної роботи здобувача вищої освіти:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій програмі навчальної дисципліни;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання диференційованого заліку за контрольними питаннями.

Питання
для самостійного вивчення здобувачами вищої освіти

№ п/п	Перелік питань	Кількість годин	
		для денної форми	для заочної форми
Тема 1.			
1	У чому полягає суть фундаментальної «швейної межі» (Shannon limit) для стандартного одномодового волокна і як технологія SDM допомагає подолати це обмеження?	2	3
2	Які існують типи оптичних волокон для просторового мультиплексування та в чому переваги використання багатосерцевинних волокон із незв'язаними серцевинами?	2	3
3	З якими специфічними технічними складнощами стикаються інженери при створенні оптичних підсилювачів (EDFA) для багатомодових та багатосерцевинних систем зв'язку?	4	4
Тема 2.			
4	Які фізичні механізми (наприклад, фотонна заборонена зона або антирезонансний ефект) використовуються для утримання світлової хвилі всередині порожнистої серцевини волокна?	2	3
5	Чому рівень нелінійних ефектів (таких як фазова самомодуляція та чотирихвильове змішування) у волокнах типу HCF є значно нижчим, ніж у класичному кварцовому склі?	2	4
6	У яких специфічних сферах телекомунікацій (наприклад, фінансовий високочастотний трейдинг, дата-центри) мінімальна затримка сигналу в	4	3

	HCF дає вирішальну перевагу?		
Тема 3.			
7	Завдяки якому математичному принципу когерентне детектування дозволяє повністю відновити не лише амплітуду, а й фазу та поляризацію оптичної несної хвилі?	4	5
8	Які формати багатопозиційної модуляції (наприклад, QPSK, 16-QAM, 64-QAM) є найбільш поширеними в сучасних когерентних системах і як вони впливають на спектральну ефективність ліній?	4	5
Тема 4.			
9	Що таке частотний слот (Frequency Slot Unit, FSU) в концепції Flex-Grid і яка його мінімальна ширина згідно з рекомендаціями ITU-T?	4	3
10	Яким чином використання програмованих оптичних трансиверів (Bandwidth-variable Transponders — BVTs) дозволяє адаптувати швидкість передачі та формат модуляції до стану оптичного каналу?	2	4
11	Опишіть призначення та архітектуру селективних за довжиною хвилі перемикачів (WSS), які є базовими компонентами еластичних вузлів ROADM.	2	3
Тема 5.			
12	На які типи поділяються розподілені волоконно-оптичні сенсори за принципом дії (наприклад, DAS, DTS, DSS) та які фізичні параметри середовища вони вимірюють?	4	4
13	Як за допомогою одного зворотного розсіяного оптичного імпульсу рефлектометр визначає точну відстань до місця акустичного чи температурного впливу на кабель?	2	3
14	Які існують приклади практичного застосування технології суміщення зв'язку та сенсингу для моніторингу	2	3

	критичної інфраструктури (державних кордонів, залізниць, трубопроводів)?		
	Тема 6.		
15	Сформулюйте суть квантової теореми про заборону клонування невідомого квантового стану та поясніть її значення для безпеки QKD-систем.	4	3
16	Які технічні чинники (наприклад, оптичне загасання у волокні, темновий струм фотодетекторів) обмежують максимальну дальність прямої передачі квантових ключів без ретрансляторів?	2	4
17	Чим відрізняється архітектура мереж квантового розподілу ключів на основі довірених вузлів (trusted nodes) від мереж із повністю квантовими повторювачами?	2	3
	Тема 7.		
18	Які існують методи прихованого несанкціонованого зняття інформації (е eavesdropping) з оптичного волокна без його повного розриву і руйнування?	4	3
19	Яким чином аналіз стану поляризації (State of Polarization — SOP) у реальному часі допомагає виявити механічні маніпуляції з волоконно-оптичним кабелем?	2	4
20	оясніть принципи роботи систем безперервного автоматичного моніторингу волокон (RFTS) та їхню інтеграцію з геоінформаційними системами (ГІС) для локалізації аварій.	2	3
	Тема 8.		
21	У чому полягає концепція централізації мережі радіодоступу (C-RAN) і як технологія RoF допомагає спростити архітектуру віддалених радіоголівок (RRH)?	4	4
22	Які головні джерела спотворень (наприклад, лазерний шум,	3	4

	хроматична дисперсія волокна) обмежують динамічний діапазон систем аналогової передачі Radio-over-Fiber (A-RoF)?		
23	Яким чином використання хвиль міліметрового (mmWave) та терагерцового (THz) діапазонів у мережах 6G підвищує вимоги до пропускної здатності оптичного транспортного сегмента (fronthaul)?	3	4
Усього годин		66	82

13. Індивідуальне завдання

Індивідуальні завдання не передбачені.

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, практичних занять, індивідуальних та групових консультацій.

Під час проведення лекцій, практичних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

Інструменти, обладнання та програмне забезпечення дисципліни:

- Опорний конспект лекцій з мультимедійним супроводом
- Обладнання Arduino Uno, Raspberry pi, ноутбуки, проектор, телевізор.
- Програмне забезпечення Visual Studio Code, Google Colab, мова програмування python.

Перелік основних **soft skills**, які формуються під час вивчення дисципліни:

критичне та аналітичне мислення, командна взаємодія та колаборація, вирішення комплексних проблем, комунікативні навички та презентація даних, адаптивність та гнучкість мислення, увага до деталей та орієнтація на якість, етичність та професійна відповідальність, тайм-менеджмент та управління процесами.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння здобувачами вищої освіти навчального матеріалу здійснюється шляхом виконання практичних робіт, оцінювання знань здобувачів під час самостійних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі здобувачами під час консультацій.

Підсумковий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку.

16. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Схема нарахування балів* для денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни **«Оптичні та перспективні проводові лінії зв'язку»** за видами робіт

Види робіт/контролю	***Перелік тем***							
	Тема 1	*Тема 2*	*Тема 3*	*Тема 4*	*Тема 5*	*Тема 6*	*Тема 7*	*Тема 8*
	Практичне заняття							
	1		*2*		*3*		*4*	
Виконання практичних завдань	***9***		***9***		***9***		***9***	
Тестування			***9***				***9***	
Виконання завдань самостійної роботи	***2***	***2***	***2***	***2***	***2***	***2***	***2***	***2***
Всього	***11***	***2***	***20***	***2***	***11***	***2***	***20***	***2***
Диференційований залік	***30***							
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	***100***							

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Схема нарахування балів* для заочної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни **«Оптичні та перспективні проводові лінії зв'язку»** за видами робіт

Види робіт/контролю	***Перелік тем***							
	Тема 1	*Тема 2*	*Тема 3*	*Тема 4*	*Тема 5*	*Тема 6*	*Тема 7*	*Тема 8*
	Практичне заняття							
	1						*2*	
Виконання практичних завдань	***9***						***9***	
Тестування							***4***	
Виконання завдань самостійної роботи	***6***	***6***	***6***	***6***	***6***	***6***	***6***	***6***
Всього	***15***	***6***	***6***	***6***	***6***	***6***	***19***	***6***
Диференційований залік	***30***							
Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни	***100***							

*В таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань

Бали для денної форми здобуття освіти	Бали для заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
7-9	7-9	Завдання виконано в повному обсязі. Програмний код працює коректно та оптимізовано. Здобувач вищої освіти продемонстрував глибоке розуміння теми, навів вичерпні висновки з аналізом результатів
1-6	1-6	Робота виконана не в повному обсязі або містить суттєві

		помилки в коді чи схемі підключення. Відсутні висновки. Продемонстровано лише мінімальну здатність застосовувати інструменти на практиці.
0	0	Не виконано практичну роботу або виконано із суттєвими помилками.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання тестування для заочної форми здобуття освіти

№	Завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	Тестування	0-4	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (0,16×25=4), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання тестування для денної форми здобуття освіти

№	Завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	Тестування	0-9	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (0,36×25=9), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами складання диференційованого заліку

№	Завдання	Бали	Критерії оцінювання
1	Тестування	0-30	Кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (1×30=30), правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Бали для денної форми здобуття освіти	Бали для заочної форми здобуття освіти	Критерії оцінювання
2	4-6	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
1	2-3	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, містить помилки та неточності, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	0-1	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	**A** – відмінно	**5** – відмінно
82 – 89	**B** – дуже добре	**4** – добре
74 – 81	**C** – добре	
64 – 73	**D** – задовільно	**3** – задовільно
60 – 63	**E** – достатньо	
35 – 59	**FX** – незадовільно з можливістю повторного складання	**2 –** незадовільно
0 – 34	**F** – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

– при підсумковому контролі у вигляді диференційованого заліку 70 балів відведено на поточний контроль, а 30 балів – на підсумковий.

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

- робота на практичних заняттях (тестування, виконання практичних завдань, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 70 балів.

Присутність на лекціях та практичних не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів. При тривалій відсутності здобувача вищої освіти на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є диференційований залік. Підсумковий контроль здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

17. Методичне забезпечення

1. **Лєві Леонід Ісаакович** Опорний конспект лекцій з дисципліни **«Оптичні та перспективні проводові лінії зв'язку»** для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 149 с.
2. **Лєві Леонід Ісаакович** Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни **«Оптичні та перспективні проводові лінії зв'язку»** здобувачам третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 41 с.

3. **Лєві Леонід Ісаакович** Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни **«Оптичні та перспективні проводові лінії зв'язку»** здобувачам третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2024 р. – 19 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. EC 8751 – Optical communication. URL: https://www.stannescet.ac.in/cms/staff/qbank/ECE/Notes/EC8751-OPTICALCOMMUNICATION-49686676-EC8751-OPTICAL%20COMMUNICATION.pdf

2. Khonina, S. N., Kazanskiy, N. L., Butt, M. A., and Karpeev, S. V., "Optical Multiplexing Techniques and Their Marriage for On-Chip and Optical Fiber Communication: A Review," Opto-Electronic Advances, vol. 5, no. 210127, 2022. Available: https://doi.org/10.29026/oea.2022.210127

3. M. Billah, A. Al Rakib, M. I. Haque, A. S. Ahamed, M. S. Hossain, and K. N. Borsha,“Real-Time Object Detection in Medical Imaging Using YOLO Models for Kidney StoneDetection,” European Journal of Computer Science and Information Technology, vol. 12,no. 7, pp. 54–65, Jul. 2024, doi: 10.37745/ejcsit.2013/vol12n75465.

4. M. Billah, A. Al Rakib, M. I. Haque, A. S. Ahamed, M. S. Hossain, and K. N. Borsha,“Real-Time Object Detection in Medical Imaging Using YOLO Models for Kidney StoneDetection,” European Journal of Computer Science and Information Technology, vol. 12,no. 7, pp. 54–65, Jul. 2024, doi: 10.37745/ejcsit.2013/vol12n75465.

5. Wang, W., Yu, S., Cao, W., and Guo, K., "Review of In-Vehicle Optical Fiber Communication Technology," Automotive Innovation, vol. 5, pp. 272–284, 2022. Available: https://doi.org/10.1007/s42154-022-00184-2

6. Kaur, S., Singh, P., Tripathi, V., and Kaur, R., "Recent Trends in Wireless and Optical Fiber Communication," Global Transitions Proceedings, vol. 3, pp. 343–348, 2022. Available: https://doi.org/10.1016/j.gltp.2022.03.022

7. Optical Fiber Communication 255 p. URL: https://www.tecnrt.org/docs/ece/OC%20R16%201-6%20Units%20NOTES.pdf

Допоміжна література

1. Напрямні системи електричного та оптичного зв’язку : лабораторний практикум / Онищук О. В., Городецька О. С., Стець О. С. Вінниця : ВНТУ, 2016. 84 с.

2. Карпуков Л. М. Волоконно-оптичні лінії зв’язку: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Л. М. Карпуков, О. В. Щекотихін, В.О. Воскобойник – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 153 с.

3. Cao Z. et al., 200 Gbps OOK Transmission over an Indoor Optical Wireless Link Enabled by an Integrated Cascaded Aperture Optical Receiver, Proc. OFC, PDP Th5A.6, Los Angeles. 2017 Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC) : conference paper. 2017.

4. S. Kaur, P. Singh, V. Tripathi. Recent trends in wireless and optical fiber communication // Global transitions proceedings. 2022. Volume 3. Pages 343-348.

5. R. Amin, R. Taha, B.R. Altahan. FEA LiNbO3: Finite element analysis of novel LiNbO3 material based fiber for optical communication properties of nonlinear applications // Alexandria engineering journal. 2022. Volume 61, no. 12. Pages 12915-12923.

6. Schulz D. et al., “Long-Term Outdoor Measurements Using a Rate-Adaptive Hybrid Optical Wireless/60 GHz Link over 100 m”, Proc. ICTON 2017.

7. IEEE P802.15 Wireless Personal Area Networks. 36 p. URL: https://mentor.ieee.org/802.15/dcn/15/15-15-0746-01- 007a-tg7r1-channel-model-document-for-high-rate-pd-communications.pdf

8. Лєві Л.І. Інтелектуальні інформаційні технології в ідентифікації і керуванні складними технічними об’єктами в умовах невизначеності: [монографія]. Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2021. 194 с.

9. Лєві Л.І. Застосування комбінаторно-графового підходу до оперативного управління інженерними мережами / Л.І. Лєві, М.К. Бороздін, О.С. Ястреба // Збірник наукових праць: Системи управління, навігації та зв’язку Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» / №2 (76), 2024. С. 44 – 46.

10. Лєві Л.І. Багатокритеріальний підхід до синтезу мультисервісних телекомунікаційних мереж / Л.І. Лєві, О.І. Євдоченко, О.О. Кущ, О.С. Ястреба, С.І. Бабич // Збірник наукових праць: Системи управління, навігації та зв’язку Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» / №4 (78), 2024. С. 200 – 203.

19. Інтернет-ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=8086
2. First optical transatlantic cable TAT-8. IEEE communications society. IEEE Communications Society. URL: https://www.comsoc.org/node/19856