

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра оптики**



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

В. о. декана фізичного факультету

Володимир ЛАЗУР

«30» червня 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 4

Оптоелектронні пристрої та системи

Рівень вищої освіти	Магістр
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	Оптоелектронні телекомунікаційні системи
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Ужгород 2026

Робоча програма навчальної дисципліни «**Оптоелектронні пристрої та системи**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **G Інженерія, виробництво та будівництво** спеціальності **G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка** освітньої програми **Оптоелектронні телекомунікаційні системи**.

Розробники: Гомоннай О.О., канд. фіз.-мат наук, доцент, доцент кафедри оптики.

Гуранич П.П., канд. фіз.-мат наук, доцент, завідувач кафедри оптики

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні **кафедри оптики**

Протокол № 10 від “25”червня 2026 року

Завідувач кафедри



доц. Гуранич П.П.

Схвалено науково-методичною комісією **фізичного факультету**

протокол № 10 від «30» червня 2026 р.



Голова методичної комісії фізичного факультету

Рубіш В. В.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 4.5	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 135	1-й	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи– 4	2	
	Лекції:	
	28	
	Практичні (семінарські):	
Вид підсумкового контролю: залік	Лабораторні:	
	26	
Форма підсумкового контролю: комбінована	Самостійна робота:	
	81	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – ознайомлення студентів з пристроями та системами, необхідними для функціонування мереж зв'язку, в тому числі джерел та детекторів випромінювання, комутаторами, конверторами, модуляторами та датчиками, побудованими на основі оптичних волокон.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей: (ІК, ЗКЗ, ЗК5, ФК2, ФК4, ФК9,)

– **соціально-особистісні компетенції**: креативність, здатність до системного мислення, адаптивність, комунікабельність, здатність до самонавчання, здатність до критичного аналізу та оцінки сучасних наукових досягнень; здатність до організації власної науково-дослідницької діяльності; знання змісту процесу цілеспрямованого професійного та особистісного розвитку, його особливості та способи реалізації при вирішенні професійних завдань, виходячи з етапів кар'єрного зростання і вимог ринку праці в сфері обраних наукових досліджень; вміння слідувати нормам, прийнятим в науковому спілкуванні при роботі в українських і міжнародних дослідницьких колективах з метою вирішення наукових і науково-освітніх завдань в обраній області наукових досліджень;

– **загальнонаукові компетенції**: володіння теоретико-методологічними засадами регулювання відносин інтелектуальної власності; розуміння необхідності участі у конкурсах та грантових програмах; володіти навичками аналізу основних світоглядних і методологічних проблем, в т.ч. міждисциплінарного характеру, що виникають у роботі при вирішенні наукових і науково-освітніх завдань в рамках українських або міжнародних дослідницьких проектів;

– **інструментальні компетенції**: знання основ методології і практики організації науково-дослідної роботи; індивідуальних досліджень та ефективної командної дослідницької діяльності; здатність до письмової та усної комунікації при роботі в українських та зарубіжних наукових колективах; навички роботи з типовими та спеціалізованими комп'ютерними програмами; вміння вести пошук, підбір та опрацювання наукової інформації по тематиці досліджень;

– **професійні компетенції**: здатність виявляти актуальні наукові проблеми та знаходити оптимальні шляхи їх вирішення, виявляти причинно-наслідкові зв'язки та здійснювати теоретичний аналіз наукової проблеми; пропонувати та обговорювати гіпотези; вільно володіти професійною лексикою; подавати результати наукової діяльності в усній і письмовій формі при роботі в українських і міжнародних дослідницьких колективах в обраній області наукових досліджень; усно представляти наукові результати на українських та міжнародних фахових конференціях та в письмовій формі подавати до опублікування в українських та міжнародних фахових виданнях.

3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми, вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знання і розуміння основних понять оптоелектроніки та телекомунікацій, теорії передавання та обробки інформації, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасних методів обробки та оцінювання точності та якості отриманої інформації.	ПРН1

Володіти сучасними методами дослідження матеріалів оптоелектроніки.	ПРН2
Володіти елементною базою та технічними засобами сучасних телекомунікаційних систем.	ПРН6
Захищати інтелектуальну власність, аналізувати відповідність наукових та дослідно-конструкторських розробок нормам законодавства України та міжнародних стандартів щодо інтелектуальної власності, дотримуватися академічної доброчесності.	ПРН12

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Оптоелектронні пристрої та системи»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знання і розуміння основних понять оптоелектроніки та телекомунікацій, теорії передавання та обробки інформації, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасних методів обробки та оцінювання точності та якості отриманої інформації.	ПРН1
Володіти сучасними методами дослідження матеріалів оптоелектроніки.	ПРН2
Планувати і виконувати наукові та прикладні дослідження у галузі електроніки та телекомунікацій, застосовувати для цього методи математичного і фізичного моделювання, обробки інформації, інтерпретувати результати досліджень та обґрунтовувати висновки.	ПРН3
Аналізувати напрями розвитку і новітні стандарти у галузі електроніки та телекомунікацій, організовувати власну професійну, науково-дослідницьку та інноваційну діяльність на основі принципів системного підходу та методології наукових досліджень.	ПРН4

4. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування;

- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- тестування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: усне опитування , тестування з теми заняття.

Форма модульного контролю: контрольної роботи з тем змістовного модуля

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен

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

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	60	100
8	8	8	8	8		

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

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	60	100
4	4	4	4	4	4	4	4	8		

Оцінювання окремих видів навчальної роботи

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	2	40	2	40
Модульна контрольна робота	1	60	1	60

Разом		100		100
--------------	--	------------	--	------------

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною становить 60 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни здійснюється у формі заліку та екзамену.

Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано, „незараховано”.

Підсумкова оцінка " зараховано"/"не зараховано" визначається наступними критеріями:

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

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

Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за чотирибальною шкалою: „відмінно”, „добре”, „задовільно”, „незадовільно”.

Оцінка „відмінно” (А; 90-100) виставляється в тому разі, коли аспірант бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння фізичної суті програмового матеріалу, вільне володіння фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, вміння грамотно обробляти результати експериментальних вимірювань з метою отримання заданої точності отриманих даних, кваліфіковано використовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „добре” (В, С; 74-89) виставляється тоді, коли аспірант виявив повне знання і розуміння програмового матеріалу, добре оволодів математичним апаратом курсу, може використовувати набуті знання в практичній діяльності, дав вичерпні відповіді на всі запитання, але під час відповіді допускав окремі нечіткі формулювання і незначні неточності.

Оцінка „задовільно” (D, E; 60-73) виставляється в тому разі, коли аспірант в основному знає і розуміє фактичний матеріал курсу, дав в основному правильні відповіді на запитання, виявив уміння розібратися в усьому матеріалі курсу, вміння використовувати відповідний математичний апарат, але не може ґрунтовно пояснити окремі положення пройденого курсу, допускає неточності при використанні математичного апарату, недостатньо вміє застосовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „незадовільно” (FX, F; 1-59) виставляється тоді, коли аспірант не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння фізичної сутності основних понять та термінів навчальної

дисципліни, допускає плутанину, слабо володіє математичним апаратом, не може застосовувати набуті знання для розв'язування конкретних практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

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

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

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

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

Результати підсумкового контролю знань вносяться до відомості обліку успішності.

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль №1. Джерела та приймачі випромінювання в оптоволоконних мережах.

Тема 1. Спектр випромінювання світлодіода. Ефективність і швидкодія світлодіода. Гетероструктурні світлодіоди.

Тема 2. Лазери діоди. Гетероструктурні лазерні діоди. Напівпровідникові лазери з вертикальним резонатором. Одномодові напівпровідникові лазери. Волоконно-оптичні лазери. Суперлюмінесцентні діоди.

Тема 3. Низькорозмірні ефекти в світлодіодах і лазерних діодах. Різні типи низькорозмірних випромінювальних гетероструктур.

Тема 4. Фотоприймачі. Можливості детекторів фотопровідного типу. Спектральний розподіл квантової ефективності. Фотодіоди. Квантова ефективність, чутливість та швидкодія фотодіода. Електричні шуми й порогова чутливість фотодетектора.

Тема 5. Різні типи фотодіодів. Гетероструктурні фотодіоди та фотодіоди Шотткі. Лавинні фотодіоди. Фотодіоди з вертикальним резонатором. Можливості застосування фототранзисторів.

Модуль №2. Оптиелектронні пристрої та сенсори.

Тема 6. Оптичні крос-комутатори. Основні параметри комутаторів. Типи базових оптичних крос-комутаторів. Механічні оптичні комутатори.

Тема 7. Електрооптичні (акустооптичні) комутатори. Термооптичні комутатори. Оптиелектронні комутатори. Інтегральні активно-хвильові комутатори. Комутатори на фотонних кристалах.

Тема 8. Комутатори на багатошарових світловодних РК-матрицях. Комутатори на матрицях оптиелектронних вентилів, що комутуються лазерним променем. Комутатори на основі масиву мікродзеркал MEMS. Голографічні комутатори.

Тема 9. Логіка й топологія багатокаскадних оптичних комутаторів. Особливості побудови багатокаскадних оптичних комутаторів. Схема матричного крос-комутатора.

Тема 10. Оптичні хвильові конвертори. Типи хвильових конверторів.

Оптиелектронні конвертори. Конвертори на основі оптичної перехресної модуляції.

Конвертори на основі ефекту чотирехвильового зміщення. Конвертори на основі інших модуляційних нелінійних ефектів. Конвертори на основі ефекту зрушення частоти солітона в нелінійному волокні.

Тема 11. Оптичні модулятори.

Формати лінійних кодів. Методи модуляції оптичної несучої. Безпосередня модуляція оптичної несучої. Модуляція з використанням зовнішнього модулятора. Типи оптичних модуляторів. Акустооптичні модулятори. Електрооптичні модулятори. Електрооптичні модулятори, що використовують НПОП.

Тема 12. Оптичні мультиплексори вводу/виводу

Структура оптичних мультиплексорів першого покоління. Структура оптичних мультиплексорів другого покоління. Оптичні технології введення- виводу несучих.

Тема 13. Волоконно-оптичні датчики. Сенсори переміщення. Сенсори тиску та вібрації. Вимірювач швидкості на ефекті Доплера. Вимірювання температури. Сенсори електричних і магнітних величин. Волоконно-оптичні сенсори з дифракційними ґратками. Визначення концентрації рідин і газів. Волоконно-оптичний гіроскоп.

Тема 14. Загальні принципи дії охоронних систем з волоконно-оптичними сенсорами.

Принципові схеми сенсорів переміщення, тиску та вібрації. Методи реєстрації сигналів вторгнення. Системи для захисту еластичних огорож. Системи для захисту твердих огорож і стін. Системи для захисту водних рубежів.

5.2 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин, із них			
	Усього годин	у тому числі		
		Л	ЛР	СР С
	135	28	26	81
1	2	3	4	5
Модуль №1. Джерела та приймачі випромінювання в оптоволоконних мережах.				
Тема 1. Спектр випромінювання світлодіода.		2	2	6
Тема 2. Лазері діоди.		2	2	6
Тема 3. Низькорозмірні ефекти в світлодіодах і лазерних діодах.		2	2	6
Тема 4. Фотоприймачі.		2	4	6
Тема 5. Різні типи фотодіодів.		2	2	6
Модуль №2. Оптикоелектронні пристрої та сенсори.				
Тема 6. Оптичні крос-комутатори.		2	2	6
Тема 7. Електрооптичні (акустооптичні) комутатори.		2	2	6
Тема 8. Комутатори на багат шарових світловодних РК-матрицях		2	2	6
Тема 9. Логіка й топологія багатокаскадних оптичних комутаторів.		2	2	6
Тема 10. Оптичні хвильові конвертори.		2	2	6
Тема 11. Оптичні модулятори.		2	2	6
Тема 12. Оптичні мультиплексори вводу/виводу		2	2	6
Тема 13. Волоконно-оптичні датчики.		2		5
Тема 14. Загальні принципи дії охоронних систем з волоконно-оптичними сенсорами.		2		4
Усього годин	135	28	26	81

5.3 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1.	Організаційні питання. Вступ.	2
2.	ЛР1. Вимірювання оптичної потужності. Вимірювання потужності на виході оптичних волокон. Вимірювання абсолютної потужності. Основні параметри.	4
3.	ЛР2. Вимірювання загасання волоконно-оптичних ліній зв'язку. Вимірювання загасання методом обриву, методом внесених втрат, загасання на двох довжинах хвиль. Загасання під впливом	4
4.	ЛР3. Вимірювання внесених втрат. Загальний метод Вимірювання внесених втрат оптичних елементів. Вимірювання втрат на одній довжині хвилі	4
5.	ЛР4. Методи вимірювання оптичних параметрів волокна й кабелю. Вимірювання довжини хвилі відсікання.	4
6.	ЛР4. Вимірювання ширини смуги пропускання. Імпульсний метод. Частотний метод.	2
7.	ЛР5. Вимірювання геометричних і механічних характеристик оптичних волокон	2
8.	ЛР6. Вимірювання параметрів активних і пасивних оптичних компонентів	2
9.	Захист лабораторних робіт.	2

5.4 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Методи оцінки й виміру показників помилок ВОЛЗ	6
2.	Схема тракту ВОЛЗ для оцінки показників помилок	6
3.	Еталонний тракт для каналів зі швидкістю менше Е1	6
4.	Еталонний тракт для каналів зі швидкістю більше Е1	6
5.	Супутниковий і наземний канали передачі даних	6
6.	Типи показників помилок	6
7.	Методика оцінки показників помилок на основі BER	6
8.	Використання імовірнісних оцінок BER-BEP	6
9.	Процедура розрахунків показників помилок на основі ES і SES	6

10.	Моніторинг показників помилок у реальних системах	6
11.	Приклади розрахунків показників помилок. Вимірювання показників помилок. Вимірювання коефіцієнта помилок BER	6
12.	Телекомунікаційні BER аналізатори з кодованими інтерфейсами	6
13.	Техніка вимірювання коефіцієнта помилок	6
14.	Приклади вимірювання з використанням тестування по BER	3
	Разом	81

6. Рекомендована література

Базова

1. Product solutions for your optical networks. - Product Catalogue, Nortel Networks. 2000.
2. Peter S. Guilfoyle; William J. Miceli, Robert L. Kaminski. Optoelectronic Architecture for High-Speed Switching and Processing Applications. In “The Photonics Design & Application Handbook”. 44th International Ed., A Laurin Publishing Co. Inc., 1998, pp. H399-H406.
3. Joseph C. Palais. Passive Optical Components. In “The Communications Handbook”, CRC Press with IEEE Press, 1997. pp.824-831.
4. Rajiv Ramaswami and Kumar N. Sivarajan. Optical Networks: A practical perspective. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. San Francisco, California, 1998. - 632p.
5. D.C.McCarthy. Photonics switches: fast, but functional? - Photonics Spectra, 2001, March, pp. 140-150.
6. D. Bishop, R.Giles and Ch.Roxio. Micromirrors relieve communications bottlenecks. - Photonics Spectra, 2000, March, pp. 167-169.

Допоміжна

7. Sh.Fan, P.R.Villeneuve, J.D.Joannopoulos, H.A.Haus. Channel Drop Filters in Photonic Crystals // Optics Express⁴, 6 July 1998, Vol.3, No.1.
8. Photonic Crystal Research. - <http://Jdj.init.edu/photons/mdex.html>
9. Robert J. Baron and Lee Higbie. Computer Architecture. Addison-Wesley Publishing Company. Reading, Massachusetts, 1992. - 540p.
10. R.A.Spanke and V.E.Велел. An N-stage Planar Optical Permutation Network // Applied Optics, 26, April, 1987.

11. R.A.Spanke Architectures for Guidcd-Wave Optical Space Switching Systems // IEEE Communications. Magazine, 25(5), May 1987, pp.42-48.
12. Ch.L.Balestra, J.F.Shanley. Optical Switches Link Fibers for Fast Cost-Effective Networks. In “The Photonics Design & Application Handbook”. 44th International Ed.. A Laurin Publishing Co. Inc., 1998. pp. H395-H398.

Інформаційні ресурси

1. www.twirpx.com