

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи фотоніки та електроніки

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	перший
освітня програма	Електроніка та інформаційні технології в медицині
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач:

Іванісік Анатолій Іванович, доктор фіз.-мат. наук, доцент, професор кафедри медичної радіофізики

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

Розробник:

Іванісік Анатолій Іванович, доктор фіз.-мат. наук, доцент, професор кафедри медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри медичної радіофізики

_____ **Сергій РАДЧЕНКО**

Протокол № __ від « ____ » _____ 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № ____ від « ____ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії _____ **Сергій РАДЧЕНКО**

« ____ » _____ 2022 р.

1. Мета навчальної дисципліни оволодіння теоретичними знаннями та практичними навичками в галузі фотоніки та електроніки, розуміння основ напівпровідникової електроніки та їх використання для передачі оптичних сигналів, механізмів генерації електромагнітних хвиль на основі вимушеного випромінювання, вивчення класичних і сучасних методів спектроскопії.

2. Попередні вимоги для вивчення навчальної дисципліни:

Курс є продовженням циклу курсів прикладної фізики. Для успішного засвоєння курсу необхідними є знання класичних розділів загальної фізики (електрика та магнетизм, оптика), вищої математики (математичний аналіз, диференційні рівняння).

3. Анотація навчальної дисципліни: курс «Основи фотоніки та електроніки» включає в себе лекції -34 години та лабораторні роботи – 14 годин і охоплює такі основні питання прикладної фізики:

- основи генерації електромагнітних хвиль на основі вимушеного випромінювання;
- основи напівпровідникової електроніки та їх використання для передачі оптичних сигналів у волоконних лініях зв'язку;
- класичні та сучасні методи спектроскопії;
- детектування оптичних сигналів різної інтенсивності, діапазону хвиль та за просторовими координатами.

4. Завдання (навчальні цілі):

- Надати студентам основні теоретичні відомості з властивостей електромагнітного випромінювання та його взаємодії з речовиною;
- розширити уявлення в галузі напівпровідникової електроніки, фотоніки та спектроскопії;
- розвивати у студентів аналітичне мислення та науковий підхід;
- сформувані навички практичної роботи із класичними та сучасними спектральними приладами.

Дисципліна спрямована на формування наступних загальних компетентностей:

ЗК 3 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 5 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 8 Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 12 Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК 13 Здатність працювати автономно.

ЗК 14 Навики здійснення безпечної діяльності.

фахових компетентностей:

ФК 3 Здатність брати участь у проведенні експериментальних досліджень властивостей фізичної системи, фізичних явищ і процесів.

ФК 4 Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

ФК 5 Здатність брати участь у розробці схем фізичних експериментів та обранні необхідного обладнання та пристроїв для проведення експерименту.

ФК 6 Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту.
 ФК 7 Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.
 ФК 10 Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів

5. Результати навчання.

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	знати:			до 40
1.1	Співвідношення між коефіцієнтами Ейнштейна для ймовірностей вимушеного та спонтанного випромінювання. Коефіцієнти поглинання з урахуванням вимушених і спонтанних переходів.	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.2	Схеми створення інверсії заселеностей квантових рівнів. Типи лазерних резонаторів та швидкісні рівняння для інверсії та концентрації фотонів.	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.3	Ефекти Холла, Томсона, Пельте, Шоткі, Джосефсона.	лекційні заняття	тести, залік, іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.4	Принципи дії та будови напівпровідникових лазерів.	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.5	Принципи роботи приладів із зарядовим зв'язком та їх квантова ефективність. Характеристики оптичних систем зв'язку.	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.6	Механізми втрат в оптичних волокнах та методи їх мінімізації. Фотоприймачі оптичних сигналів.	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
1.7	Будова та основні характеристики класичних спектральних приладів. Модуляційні спектральні прилади. Лазерна спектроскопія.	лекційні заняття	іспит, контрольні роботи, завдання для самостійної роботи	
2	вміти:			до 40

2.1	Робити чисельні оцінки ефективності роботи оптичних квантових приладів та прогнозувати методи покращення напівпровідникових схем широкого використання.	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	
2.2	Вільно орієнтуватися у науковій літературі з фотоніки та електроніки	практичні заняття	контрольні та самостійні роботи	
3	комунікація			до 10
3.1	Вміти працювати в команді	самостійна робота		
4	автономність та відповідальність			до 10
4.1	Самостійно виконувати експериментальні завдання	самостійна робота		

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Код											
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	3.1	4.1	
Програмні результати навчання (назва)												
ПРН 1 Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН 2 Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.		+	+	+	+		+	+		+		+
ПРН 7 Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.				+	+	+	+	+	+	+		+

7. Схема формування оцінки

7.1. форми оцінювання:

Семестрове оцінювання навчальна дисципліна має два змістовні модулі, кожний з яких оцінюється в межах 25 балів (загалом 50 балів). Окремо оцінюються звіти з лабораторних робіт (10 балів). Всього протягом семестру можна набрати 60 балів.

Підсумкове оцінювання проводиться у формі іспиту. Форма екзамену письмова та за потреби співбесіда: білет з 1 питання (10 балів), тест на 30 запитань (30 балів).

Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (10 і 5 балів відповідно), оцінка за іспит не може бути меншою 20 балів.

- **Умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом протягом другого семестру не менше, ніж 36 бал. Студенти, які набрали сумарно меншу кількість балів, для одержання допуску до іспиту повинні написати на необхідну мінімальну кількість балів додаткову контрольну роботу. У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

7.2. Організація оцінювання

Оцінювання за формами контролю:

1 семестр

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min — 36	Max — 60
Активність на практичних заняттях	2	5
Виконання домашніх завдань	3	5
Модульна контрольна робота 1	13	20
Модульна контрольна робота 2	13	20
Лабораторна робота № 1	1	2
Лабораторна робота № 2	1	2
Лабораторна робота № 3	1	2
Лабораторна робота № 4	1	2
Лабораторна робота № 5	1	2

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	квітень
Модульна контрольна робота 2	травень
Добір балів/додаткова контрольна робота	травень-червень
Іспит	червень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

1.3. Шкала відповідності оцінок

Іспит

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ теми	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Лаборат	Сам. робота
Змістовий модуль №1				
1.	Лекція 1 Співвідношення між коефіцієнтами Ейнштейна для ймовірностей вимушеного та спонтанного випромінювання.	2		3
2.	Лекція 2 Коефіцієнти поглинання з урахуванням вимушених і спонтанних переходів.	2		3
3.	Лекція 3 Схеми створення інверсії заселеностей квантових рівнів.	2		3
4.	Лекція 4 Типи лазерних резонаторів.	3		3
5.	Лекція 5 Швидкісні рівняння для інверсії та концентрації фотонів в резонаторі лазера.	3		4
6	Лекція 6 Принципи дії та будови напівпровідникових лазерів.	3		4
7	Лекція 7 Характеристики оптичних систем зв'язку.	3		4
8	Лекція 8 Механізми втрат в оптичних волокнах та методи їх мінімізації.	3		4
	ВСЬОГО	21		28
Змістовий модуль №2				
9	Лекція 9 Фотоприймачі оптичних сигналів.	2	-	3
10	Лекція 10 Принципи роботи приладів із зарядовим зв'язком та їх квантова ефективність.	2		3
11	Лекція 11 Будова та основні характеристики класичних спектральних приладів.	2		3

12	Лекція 12 Особливості спектральних приладів з ґратками, призмами та інтерферометрами.	2		4
13	Лекція 13 Модуляційні спектральні прилади.	2		4
14	Лекція 14 Лазерна спектроскопія.	3		4
15	Лекція 15 Ефекти Холла, Пельтьє, Шоткі. Загальні принципи. Напрямки використання.	3		4
16	Лекція 16 Ефект Джозефсона. Використання в магнітометрії медичного спрямування.	3		4
17	Лекція 17 Перспективні напрямки розвитку фотоніки та електроніки	2		3
	ВСЬОГО	21		32
	Теми лабораторних робіт			
1.	Ознайомлення з найпростішими методиками та надбання практичних навичок юстування малопотужних лазерів на прикладі He–Ne-лазера. Вивчення просторового розподілу поля поперечних мод He–Ne-лазера. Дослідження залежності розбіжності й потужності променя від модового складу випромінювання та струму живлення.		3	
2.	Спектр генерації напівпровідникового лазера на подвійній гетероструктурі та його залежність від струму живлення. Оцінювання ширини лінії люмінесценції лазерного переходу. Вимірювання спектрального інтервалу між сусідніми модами та розрахунок оптичної довжини резонатора лазера. Дослідження залежності довжини хвилі генерації лазера від струму живлення.		3	
3.	Отримання та реєстрація інтерференційної картини випромінювання He–Ne-лазера на інтерферометрі Жамена. Визначення довжини когерентності випромінювання. Розрахунок часу когерентності. Оцінка ширини спектра випромінювання лазера. Порівняння результатів з теоретичною межею ширини спектра.		3	
4.	Визначення рефракції ока на основі методу лазерної спекл-інтерферометрії. Ознайомлення з методом лазерної спекл-інтерферометрії та визначення типу рефракції очей і необхідної корекції зору виконуючих роботу студентів.		3	
5	Визначення функції відносної спектральної чутливості очей. Ознайомлення з роботою спектрографа.		3	
	ВСЬОГО		14	
	ВСЬОГО ЗА СЕМЕСТР	42	14	60

Основні контрольні запитання на екзамен

1. Співвідношення між коефіцієнтами Ейнштейна для ймовірностей вимушеного та спонтанного випромінювання.
2. Коефіцієнти поглинання з урахуванням вимушених і спонтанних переходів.
3. Схеми створення інверсії заселеностей квантових рівнів.
4. Типи лазерних резонаторів.
5. Швидкісні рівняння для інверсії та концентрації фотонів в резонаторі лазера.
6. Принципи дії та будови напівпровідникових лазерів.
7. Характеристики оптичних систем зв'язку.
8. Механізми втрат в оптичних волокнах та методи їх мінімізації.
9. Фотоприймачі оптичних сигналів.
10. Принципи роботи приладів із зарядовим зв'язком та їх квантова ефективність.
11. Будова та основні характеристики класичних спектральних приладів.
12. Особливості спектральних приладів з ґратками, призмами та інтерферометрами.
13. Модуляційні спектральні прилади.
14. Лазерна спектроскопія.
15. Ефекти Холла, Пельтьє, Шоткі. Загальні принципи. Напрямки використання.
16. Ефект Джозефсона. Використання в магнітометрії медичного спрямування.

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

Лекції **42** год.

Лабораторні **14** год

Консультації **4** год

Самостійна робота **60** год

Рекомендована та необхідна література

1. Григоруk В. І., Іванісік А. І., Коротков П. А. Експериментальна лазерна оптика: Підручник. - Київ: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2007. - 383 с.
2. Григоруk В. І., Іванісік А. І., Коротков П. А. Експериментальна лазерна фізика: Підручник. - Київ: Віпол, 2004. - 300 с.
3. Іванісік А. І., Коротков П. А. Сучасні фотоприймачі слабких оптичних сигналів: Навчальний посібник.– К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2003.– 133 с.
4. Sze S.M., Ng Kwong K. Physics of semiconductor devices. - Wiley-Interscience, 2007. - 800 p.
5. Дружинін А. О. Твердотільна електроніка: Посібник. - Львів: НУ „Львівська політехніка”, 2009. - 332 с.
6. Литовченко В. Г., Євтух А. А., Лепіх Я. І., Горбанюк Т. І. Фізика та хімія напівпровідникових адсорбційних сенсорів. - Київ: Наукова Думка, 2021. 288 с.