

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра оптики


«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Вступник, декана/директора
навчальної роботи
Володимир Д. Савченко
« 10 » червня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи оптоелектроніки

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань **15 Автоматизація та приладобудування**

(шифр і назва)

спеціальність **152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка**

(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень **бакалавр**

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **Оптотехніка**

(назва освітньої програми)

спеціалізація

(за наявності)

(назва спеціалізації)

вид дисципліни **обов'язкова**

Форма навчання **денна**

Навчальний рік **2022/2023**

Семестр **7**

Кількість кредитів ECTS **4**

Мова викладання, навчання
та оцінювання **українська**

Форма заключного контролю **іспит**

Викладачі:

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)


КИЇВ – 2022

Розробники: Яблочков С. М., к.ф.-м.н., доцент, пров. інженер НДЛ «Спектроскопія конденсованого стану речовини», кафедра оптики

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

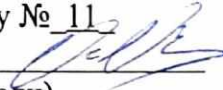
ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри оптики

 (Поперенко Л.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 13 від « 19 » травня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету _____

Протокол від « 10 » червня 2022 року № 11
Голова науково-методичної комісії  (Оліх О.Я.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2022 року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – вивчення основних принципів, пристроїв та заходів вимірювання потужності оптичного випромінювання в оптотехніці, зокрема в лазерній та оптоелектронній техніці та загальних задачах фізичної оптики .

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

1. Знати основні параметри та характеристики теплових та квантових приймачів оптичного випромінювання; методи реєстрації відгуків приймачів оптичного випромінювання; застосувати приймачі оптичного випромінювання в задачах фізичної оптики.
2. Володіти елементарними навичками вибору компонент оптоелектронних схем прецизійних пристроїв і приладів оптотехніки.

3. Анотація навчальної дисципліни: "Основи оптоелектроніки" включає вивчення розділів: параметри та характеристики приймачів оптичного випромінювання, методи реєстрації відгуків приймачів оптичного випромінювання.

4. Завдання (навчальні цілі): ознайомити студента з основними приймачами оптичного випромінювання, методами реєстрації їх реакції на випромінювання, дати уявлення про межі застосування конкретних приймачів випромінювання та систем реєстрації їх відгуків, сформулювати у студента певні навички експериментальної роботи, ознайомити з основними методами обробки результатів експериментів в фізичній оптиці та основними оптоелектронними приладами та системами.

Відповідно до Стандарту вищої освіти України (перший рівень вищої освіти, галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування», спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка») дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти перелічених нижче компетентностей:

ФК2. Здатність проектувати засоби інформаційно вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи.

ФК3. Здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки.

ФК5. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів.

ФК9. Здатність до здійснення налагодження і дослідної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах.

ФК13. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

5. Результати навчання за дисципліною:

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			

1,1	Знати основні параметри та характеристики теплових та квантових приймачів оптичного випромінення;	Лекції та лабораторні роботи	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота	10
1,2	Знати методи реєстрації відгуків приймачів оптичного випромінення	Лекції та лабораторні роботи	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота	10
2,1	Застосувати приймачі оптичного випромінення в задачах фізичної оптики.	Лекції та лабораторні роботи	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота	10
2,2	Вибирати компоненти оптоелектронних схем прецизійних пристроїв та приладів оптотехніки	Лекції та лабораторні роботи	Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота	10

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання
(необов'язково для вибіркової дисципліни які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	2.1	2.2
Програмні результати навчання (назва)				
ПРН01. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-виміральної техніки.	х	х	х	х
ПРН09. Розуміти застосовуванні методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання.			х	х

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1: 5 балів
2. Модульна контрольна робота 2: 5 балів
3. Лабораторні роботи (6 робіт):– 5 балів за кожну

- підсумкове оцінювання у формі іспиту: - 60 балів

- умови допуску до іспиту:

Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

7.2 Організація оцінювання: *(обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).*

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ п/п	Номер і назва теми *	Кількість годин		
		Лекції	Лабораторні роботи	Самостійна робота
Змістовий модуль 1 Параметри та характеристики приймачів оптичного випромінювання методи реєстрації відгуків приймачів випромінювання				
1	Тема 1. Вступ. Оптоелектроніка. Оптоелектронний пристрій. Оптичне випромінювання. Структура оптоелектронної системи. Джерело. Модулятор. Приймач оптичного випромінювання. Узгоджувач. Підсилювач. Реєстратор. Виконуючий пристрій.	2		5
2	Тема 2. Приймачі оптичного випромінювання. Класифікація приймачів. Теплові приймачі оптичного випромінювання. Квантові приймачі оптичного випромінювання. Параметри та характеристики приймачів. Вимоги до приймачів оптичного випромінювання.	2		5
3	Тема 3. Амплітудна характеристика. Чутливість. Енергетична характеристика. Спектральна характеристика чутливості. Динамічні характеристики. Стала часу. Порогові характеристики. Шумовий еквівалент потужності. Виявна здатність. Вольтові характеристики. Експлуатаційні параметри.	2		5
4	Тема 4. Вихідний опір приймача випромінювання. Вхідний опір підсилювача-узгоджувача. Узгодження опорів. Узгодження частотних смуг. Шуми приймача. Спектральна густина шуму. Шуми підсилювача відгуків. Фактор шуму. Оптимізація співвідношення сигнал/шум.	2		5
5	Тема 5. Операційний підсилювач, основні параметри та характеристики. Негативний та позитивний зворотний зв'язок. Зворотний зв'язок за напругою та струмом. Неінвертуючий підсилювач напруги. Трансформатор провідності. Трансформатор опору. Інвертуючий підсилювач струму. Інтегратор. Інструментальний підсилювач.	2		5
6	Тема 6. Реєстрація відгуків приймача випромінювання методом постійного струму. Вимірювання слабких струмів, електрометри. Електрометри на базі операційних підсилювачів, охоплених послідовним негативним зв'язком за напругою. Чутливість, частотна характеристика та стала часу, шуми.	2		5
7	Тема 7. Електрометри на базі операційних підсилювачів, охоплених паралельним негативним зв'язком за напругою. Чутливість, частотна характеристика, стала часу та способи її зменшення. Балансування електрометра та компенсація темного струму.	2	Лабораторна робота №4 Електрометр (13)	5

8	Тема 8. Реєстрація відгуків приймача випромінення методом змінного струму. Амплітудна модуляція оптичних сигналів. Модулятори обертання та виделкові. Спектр модульованого оптичного сигналу.	2		5
9	Тема 9. Параметричний перетворювач. Синхронний детектор. Фазовий детектор. Амплітудно-частотна характеристика синхронного детектора. Шумова смуга синхронного детектора. Покращення співвідношення сигнал/шум для «білого» шуму. Динамічний резерв. Динамічний діапазон.	2	Лабораторна робота №5 Синхронний детектор (13)	5
Змістовий модуль 2 Теплові приймачі оптичного випромінення				
10	Тема 10. Ефект Зеебека. Принцип дії радіаційного термоелементу та термостовпчика. Енергетична характеристика та спектральна чутливість. Динамічна характеристика та стала часу термоелементу. Реєстрація відгуків металевих та напівпровідникових термоелементів. Конструктивні особливості термоелементів повного поглинання.	2		5
11	Тема 11. Принцип дії болометра. Енергетична характеристика та спектральна чутливість болометра. Динамічна характеристика та стала часу болометра. Реєстрація відгуків металевих та напівпровідникових болометрів. Конструктивні особливості болометра. Надпровідні болометри. Болометри глибокого та надглибокого охолодження. Мікроболометричні матриці.	2		5
12	Тема 12. Пневматичні приймачі випромінення. Селективні оптико-акустичні приймачі. Неселективні оптико-акустичні приймачі. Комірка Голея. Реєстрація відгуків оптико-акустичних приймачів. Застосування оптико-акустичних приймачів в газоаналізі.	2		5
13	Тема 13. Піроелектричні кристали. Поперечний та повздовжній піроелектричний ефект. Енергетична характеристика та спектральна чутливість піроелектричних приймачів випромінення. Динамічна характеристика та стала часу піроелектричних приймачів. Вольтовий та струмовий режими роботи піроелектричних приймачів. Лінійні та матричні багатоелементні піроелектричні приймачі. Особливості застосування піроелектричних приймачів в задачах пірометрії та в охоронних системах.	2		2
14	Тема 14. Шуми теплових приймачів. Квантовий шум. Радіаційний шум Температурний шум. Тепловий шум. Генераційно-рекомбінаційний шум. Надлишковий шум. Мікрофонний шум.	4		2

	<p>Оптимізація співвідношення сигнал/шум. Шуми термоелементів та болометрів. Шуми оптико-акустичних приймачів. Шуми піроелектричних приймачів. Максимальна виявна здатність теплового приймача випромінення в залежності від власної температури та температури оточуючого середовища. Шуми термоелементів та болометрів. Шуми оптико-акустичних приймачів. Шуми піроелектричних приймачів. Максимальна виявна здатність теплового приймача випромінення в залежності від власної температури та температури оточуючого середовища.</p>			
ВСЬОГО		30	26	64

Перелік лабораторних робіт:

Загальний обсяг 120 год, в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – **30 год**.

Лабораторні заняття - **26 год**.

Самостійна робота - **64 год**.

9. Рекомендовані джерела:

Основна: (Базова)

1. Чадюк В. О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінення : навч. посіб. У 2-х кн. / В. О. Чадюк. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018.
2. Назаренко Л. А. Основи радіометрії та фотометрії : монографія / Л. А. Назаренко, В. М. Сорокін; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2014. – 352 с.
3. <https://www.rp-photonics.com/glossary.html> RP Photonics Encyclopedia - Glossary of Photonics Terms
4. ISO 31.260 Optoelectronics. Laser equipment Including photoelectric tubes and cells <https://www.iso.org/ics/31.260/x/>
5. Державний стандарт України 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення.
6. Борбат А. М., Горбань И. С., Охрименко Б. А., Суббота-Мельник П. А., Шайкевич И. А., Шишловский А. А. Опические измерения. – Киев.: «Техніка», 1967. - 419 с.Справочник по приемникам оптического излучения / В. А. Волков, В. К. Вялов, Л. Г. Гассанов и др.; Под ред. Л. З. Криксунова и Л. С. Кременчугского.— К.: Техніка, 1985.—216 с.

Додаткова:

1. Мирошников М. М. Теоретические основы оптико-электронных приборов: Учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 704 с.
2. Ишанин Г. Г., Челибанов В. П. Приемники оптического излучения: Учебник/Под ред. профессора В. В. Коротаева. — СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 304 с.
3. Б. Салех, М. Тейх Оптика и фотоника. Принципы и применения. Пер. с англ.: Учебное пособие. В 2 т. Т.2/ Б. Салех, М. Тейх – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2012. – 784 с.

4. ISO 11382:2022 Optics and photonics — Optical materials and components — Characterization of optical materials used in the infrared spectral range from 0,78 μm to 25 μm
<https://www.iso.org/standard/83700.html>