

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра *кореляційної оптики*



ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

Роман ПЕТРИШИН

«

»

2023 року

**ПРОГРАМА ВСТУПНОГО КОМПЛЕКСНОГО ФАХОВОГО ІСПИТУ**

на навчання за рівнем вищої освіти магістр  
на базі рівня вищої освіти бакалавр

Спеціальність 175 Інформаційно-вимірвальні технології

(шифр і назва спеціальності)

Освітньо-наукова програма Фотоніка: комп'ютерні оптичні системи

(назва ОП)

Схвалено  
Вченою радою ННІФТКН  
протокол №2 від 30.03.2023 р.

Голова Вченої ради

О.В. Ангельський О.В.

Чернівці 2023 рік

Програма призначена для вступних випробувань бакалаврів на навчання за освітньо-науковою програмою магістра. Програма базується на освітньо-освітньо-професійній програмі підготовки за спеціальністю 175 «Інформаційно-вимірювальні технології».

Вступ на освітньо-наукову програму «*Фотоніка: комп'ютерні оптичні системи*» (галузі знань № 17 Електроніка та телекомунікації) за освітнім рівнем «магістр» здійснюється на базі здобутого освітнього рівня бакалавр, або магістра чи ОКР спеціаліста, здобутого за іншою спеціальністю.

Прийом зазначеної категорії вступників здійснюється за фаховим вступним випробуванням – тестування на комп'ютері і ЄВІ з іноземної мови.

Оцінювання фахового вступного випробування здійснюється за 200-бальною шкалою в межах 100–200 балів. Умовою позитивного проходження вступного випробування вважається оцінка, яка перевищує 105 балів.

# **1. Природничо-наукові дисципліни**

## **1.1. Атомна та ядерна фізика**

Закономірності в спектрі атомів водню, їх обґрунтування. Постулати Бора, їх зв'язок з хвильовими властивостями електрона. Поняття про хвилі де-Бройля, їх властивості. Поняття радіоактивності.

## **1.2. Атомна і молекулярна спектроскопія**

Геометрія спектральної лінії. Спектри атомів лужних металів. Ефект Зеемана і Пашена-Бака. Дифракція рентгенівських променів на кристалічній ґратці. Комбінаційне розсіювання світла.

## **1.3. Електроніка і схемотехніка**

АЧХ і ФЧХ ланки Віна та її часткові випадки. Зворотні зв'язки в підсилювачах. Базові однострижкові каскади підсилення. Стабілізація положення робочої точки. Схеми термостабілізації та компенсації підсилювачів. Комбінаційні, та секвенційні логічні пристрої. Транзисторна логіка.

# **2. Дисципліни професійної підготовки**

## **2.1. Фізична оптика**

Коливання та хвилі; рівняння хвилі; хвильове рівняння. Монохроматичні хвилі. Інтерференція світла. Когерентність коливань та хвиль. Способи отримання когерентності хвиль в оптиці. Загальна схема інтерференції. Приклади інтерференційних розміщень. Вплив розмірів джерела світла на видність інтерференційної картини; просторова когерентність; часова когерентність. Інтерференція світла в тонких плівках та пластинках. Інтерференційні смуги рівної товщини; кільця Ньютона. Смуги рівного нахилу. Дифракція світла: основні поняття та визначення. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зони Френеля, зонна пластинка. Графічний розв'язок задачі дифракції Френеля на круглому отворі. Дифракція Френеля на круглому отворі; на круглому екрані; на краю плоского прямого екрану. Спіраль Корню. Дифракція Фраунгофера на щілині в екрані, на 2-х щілинах та на багатьох ідентичних паралельних щілинах. Дифракційна решітка: характеристики, параметри, застосування. Синусоїдальна ґратка. Фазові решітки. Сучасні дифракційні решітки. Роль дифракції у формуванні оптичного зображення. Дифракційні явища і роздільна здатність оптичних приладів. Формули Френеля. Закон Брюстера. Фізична інтерпретація закону Брюстера. Ступінь поляризації. Нормальна і аномальна дисперсія. Поляризуємість і сприйняття середовища. Елементи електронної теорії дисперсії. Розповсюдження електромагнітних хвиль в поглинаючих однорідних середовищах. Закон Бугера. Комплексний показник заломлення.

## **2.2. Квантова електроніка**

Спонтанне та вимушене випромінювання. Процеси накачування лазерів. Режими роботи лазерів. Пасивні оптичні резонатори. Типи лазерів. Властивості лазерних променів.

## **2.3. Спектральна техніка та оптичні вимірювання**

Спектральний прилад, принцип роботи та узагальнена структурна схема. Основні характеристики спектральних приладів та зв'язок між ними. Класифікація спектральних приладів, принципи та ознаки класифікації. Кутова та лінійна дисперсія. Апаратна функція або інструментальний контур спектрального приладу. Теоретична та реальна роздільна здатність, їх зв'язок з дисперсією та параметрами спектрального приладу. Критерії роздільної здатності. Типи щілин, вимоги до спектральної щілини. Способи освітлення спектральних приладів. Основні характеристики призмових спектральних приладів. Основні характеристики призмових дифракційних спектральних приладів. Особливості спектральних

приладів високої роздільної здатності. Характеристики інтерферометра Фабрі-Перо. Нормали довжин хвиль спектральних ліній. Техніка та методи вимірювання довжин хвиль невідомих спектральних ліній.

## 2.4. Прикладна оптика

Основні методи енергетичного розрахунку. Геометрична теорія оптичних систем. Аберації оптичної системи

## 2.5. Джерела та приймачі оптичного випромінювання

Основні закони теплового випромінювання (Стефана-Больцмана, Кірхгофа, Віна). Принцип дії люмінесцентних джерел випромінювання, їх переваги та недоліки. Принцип дії світлодіода, його основні характеристики. Еквівалентні температури, визначення радіаційної, яскравісної та кольорової температур. Основні параметри приймачів оптичного випромінювання (інтегральна та порогова чутливості, виявляюча здатність, напруга шумів). Приймачі оптичного випромінювання на основі зовнішнього фотоелемента (фотоелементи, фотопомножувачі). Приймачі оптичного випромінювання на основі внутрішнього фотоелемента (фоторезистори, фотодіоди).

## 2.6. Метрологія, стандартизація, сертифікація

Фізична величина. Розмір, числове значення фізичної величини. Вимірювання фізичних величин. Класифікації вимірювань: рівноточні, нерівноточні; одноразові, багаторазові; статичні, динамічні; абсолютні, відносні; технічні, метрологічні; прямі, непрямі, сумісні та сукупні. Метод і методика вимірювань. Класифікації методів вимірювання: метод безпосередньої оцінки та методи протиставлення (диференціальний, нульовий, збігання, заміщення). Похибки вимірювань та їх класифікації. Абсолютна і відносна; інструментальна, методична та суб'єктивна; промахи; систематична і випадкова; середньоарифметичні та середньоквадратичні; адитивні та мультипликативні похибки. Похибки відтворення, збереження та передачі розміру одиниці фізичної величини. Похибки засобів вимірювання та їх класифікації. Систематичні та випадкові; динамічні та статистичні; адитивні та мультипликативні; абсолютні, відносні та приведені; основна та додаткові похибки. Межа допустимої похибки та клас точності засобу вимірювань. Нормальний розподіл неперервних випадкових величин. Розподіл Ст'юдента. Квантілі кривої розподілу і рівні значимості. Моменти розподілу: початкові та центральні. Статистичні оцінки вибірових параметрів розподілу, точкові та інтервальні: середнє арифметичне вибірки, середнє квадратичне відхилення окремого значення випадкової величини у вибірці, середнє квадратичне відхилення середнього арифметичного вибірки, правило  $\sqrt{n}$ . Добротність, ефективність та незміщеність оцінок. Попередня обробка результатів вимірювань. Способи виключення систематичних похибок: аналітичні та експериментальні. Показники точності вимірювань і способи їх вираження. Форми подання результатів вимірювань. Обробка результатів прямих багаторазових вимірювань. Обробка нормально розподілених даних. Обробка експериментальних даних прямих багаторазових вимірювань, розподіл яких відмінний від нормального.

# Список питань, які виносяться на державний іспит за спеціальністю 175 «Інформаційно-вимірювальні технології»

## 1. Атомна та ядерна фізика

1. Поясніть у чому проявляються закономірності в спектрі атому водню. Дайте їх фізичне обґрунтування.
2. Що являють собою постулати Бора. Яким чином вони пов'язані із хвильовими властивостями електрону.
3. Що необхідно розуміти під поняттям «хвилі де-Бройля», поясніть їх основні властивості.
4. Який зміст має явище радіоактивності, опишіть основні закони розпаду ядер.

## 2. Атомна і молекулярна спектроскопія

1. опишіть причини розширення спектральних ліній. Що розуміють під поняттями «контур і напівширина» спектральної лінії. Яка відмінність між природнім і доплерівським розширенням спектральної лінії.
2. опишіть особливості спектрів атомів лужних металів та їх основні відмінності у порівнянні зі спектрами атому водню.
3. Поясніть механізми взаємодії атому із зовнішнім магнітним полем. Що являють собою ефекти Зеемана і Пашена-Баха.
4. У чому суть комбінаційного розсіювання світла (КРС). Наведіть основні характеристики переходів та значення компонент у спектрах КРС.
5. Що являє собою дифракція рентгенівських променів на кристалічній ґратці. Наведіть приклади окремих методів експериментального визначення структури та орієнтації кристалів.

## 3. Електроніка і схемотехніка

1. Який вигляд має схема ланки Віна у випадку:  $C_1 \rightarrow \infty$ ,  $C_2 \rightarrow 0$ , наведіть її АЧХ і ФЧХ?
2. Який вигляд має схема ланки Віна у випадку:  $R_1 = R_2$ ,  $C_1 = C_2$ , наведіть її АЧХ і ФЧХ?
3. Дайте означення зворотних зв'язків, та опишіть їх типи.
4. Як впливає від'ємний зворотній зв'язок на лінійні (частотні) переключення.
5. Наведіть класифікацію зворотних зв'язків за способом зняття та подачі сигналу зворотного зв'язку.
6. Проаналізуйте параметри каскаду підсилення на транзисторі зі спільним колектором
7. Проаналізуйте параметри каскаду підсилення на транзисторі зі спільним емітером
8. Проаналізуйте параметри каскаду підсилення на транзисторі зі спільною базою.
9. опишіть основні показники підсилювачів постійного струму. Як використовують схеми Дарлінгтона та Шіклаї?
10. Що таке триггер? опишіть принцип дії і класифікацію триггерів.
11. Що таке компаратор? Наведіть його таблицю істинності функцію та логічну схему
12. Дайте означення наведіть таблицю істинності, логічну функцію та тогичну схему шифратора (повного і неповного).
13. Дайте означення наведіть таблицю істинності, логічну функцію та тогичну схему суматора та напівсуматора
14. Дайте означення наведіть принципову електричну схему та поясніть принци дії Резистивно- транзисторної логіки.
15. Дайте означення наведіть принципову електричну схему та поясніть принци дії Комплементарної логіки

## 4. Фізична оптика

1. Розкрийте суть явища дифракції Френеля на круглому отворі та на круглому диску.
2. Обґрунтуйте роль дифракції та інтерференції у формуванні оптичного зображення.
3. Розкрийте суть явища поляризації світла при відбиванні та заломленні на границі розділу двох діелектриків. Кут Брюстера.

4. Проаналізуйте явище проходження світла через границю розділу двох діелектриків. Формули Френеля.
5. Обґрунтуйте способи отримання та аналізу еліптично та циркулярно поляризованого світла. Платівки  $\lambda/2$  та  $\lambda/4$ ; компенсатори.
6. Розкрийте суть явища інтерференція світла. Когерентні хвилі; когерентність джерел.
7. Виведіть функцію видимості. Вплив розмірів джерела випромінювання на видимість інтерференційної картини; просторова когерентність.
8. Розкрийте суть явища інтерференції в тонких плівках: смуги рівної товщини та смуги рівного нахилу. Застосування інтерференції.
9. Розкрийте суть явища дифракції Фраунгофера на круглому отворі та щілині. Дифракція на багатьох однакових вузьких паралельних щілинах.
10. Запишіть хвильове рівняння та рівняння хвилі. Квантова (фотонна) природа світла.
11. Дайте характеристику амплітудним і фазовим дифракційним ґраткам. Синусоїдальна дифракційна ґратка.
12. Розкрийте суть явища нормальної і аномальної дисперсії. Методи дослідження нормальної і аномальної дисперсії.
13. Наведіть приклади класичних інтерференційних схем.
14. Поясніть суть явища дифракції світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зони Френеля.
15. Опишіть явище повного внутрішнього відбивання.
16. Поясніть суть явища обертання площини поляризації в кристалах і аморфних тілах.

## 5. Квантова електроніка

1. Опишіть методи створення інверсного стану в різних середовищах (газових, твердотільних, рідинах).
2. Поясніть принцип роботи і приведіть класифікацію лазерів.
3. Сформулюйте та обґрунтуйте фазові та енергетичні умови самозбудження лазерів.
4. Сформулюйте принципи методу модуляції добротності та способи його апаратної реалізації.
5. Охарактеризуйте основні елементи теорії резонаторів; зобразіть та опишіть діаграму стійкості резонаторів.
6. Приведіть класифікацію видів і типів резонаторів. Якими є основні методи селекції мод відкритих резонаторів?
7. Якими є принципи генерації та конструктивні особливості рубінового лазера?
8. Опишіть принципи генерації та різні конструктивні рішення CO<sub>2</sub> лазера.
9. Сформулюйте та розкрийте основні характеристики лазерного випромінювання.
10. Приведіть класифікацію основних параметрів лазерного випромінювання.

## 6. Спектральна техніка та оптичні вимірювання

1. Поясніть як працює спектральний прилад за допомогою його узагальненої структурної схеми.
2. Поясніть чим принципово відрізняються поняття кутової та лінійної дисперсій.
3. Поясніть, що таке апаратна функція і яку роль вона відіграє в спектральному приладі.
4. Поясніть чим принципово відрізняються поняття теоретичної та реальної роздільної здатностей і як роздільна здатність пов'язана з дисперсією та параметрами спектрального приладу.
5. Сформулюйте вимоги до спектральної щілини та поясніть яким чином характеризують її величину.
6. Дайте порівняльну характеристику різним способам освітлення спектральних приладів.
7. Назвіть основні характеристики призми та визначте від яких параметрів залежить величина кожної з них.
8. Назвіть основні характеристики дифракційної ґратки та визначте від яких параметрів залежить величина кожної з них.
9. Назвіть основні характеристики інтерферометра Фабрі-Перо та визначте від яких параметрів залежить величина кожної з них.

10. Поясніть, що таке нормалі довжин хвиль та якими вони бувають.
11. Визначте за допомогою яких методів можна знаходити довжини хвиль невідомих спектральних ліній.
12. Наведіть класифікацію спектральних приладів. Поясніть принципи та ознаки класифікації.

## **7. Прикладна оптика**

1. Ввести променисту систему одиниць та одиниці вимірювання основних величин. Пояснити закон Ламберта та визначити обмеження його використання.
2. Ввести світлову систему одиниць та одиниці вимірювання основних величин. Пояснити основні відмінності у введенні світлової та енергетичної системи одиниць.
3. Пояснити та отримати закон послаблення випромінювання. З'ясувати фізичний зміст показників поглинання, розсіяння та послаблення.
4. З'ясувати фізичний зміст та властивості характеристичних функцій оптичних систем. Пояснити відмінності точкової, змішаної та кутової характеристик.
5. Визначити основні властивості проєктивного перетворення. Визначити зв'язок кардинальних елементів оптичної системи з поперечним, поздовжнім та кутовим збільшеннями системи.
6. Визначити підходи створення зображення довільною центрованою системою поверхонь, кожна з яких задовільняє умові формування проєктивного перетворення.
7. Пояснити умови створення стигматичного зображення пучками зі значною кутовою апертурою.
8. Визначити умови формування променевої та хвильової аберацій для реальної оптичної системи та зв'язок між цими абераціями.
9. Здійснити повний аналіз первинних монохроматичних аберацій реальної оптичної системи.
10. Пояснити відмінності у формуванні первинних хроматичних та монохроматичних аберацій. Навести основні первинні хроматичні аберації.

## **8. Джерела та приймачі оптичного випромінювання**

1. Сформулюйте основні закони теплового випромінювання (Стефана-Больцмана, Кірхгофа, Віна).
2. Сформулюйте принцип дії люмінесцентних джерел випромінювання, їх переваги та недоліки.
3. Поясніть принцип дії світлодіода, наведіть його основні характеристики.
4. Сформулюйте поняття еквівалентних температур, та порядок визначення радіаційної, яскравісної та кольорової температур.
5. Наведіть основні параметри приймачів оптичного випромінювання (інтегральна та порогова чутливості, виявляюча здатність, напруга шумів).
6. Охарактеризуйте приймачі оптичного випромінювання на основі зовнішнього фотоефекту (фотоелементи, фотопомножувачі).
7. Охарактеризуйте приймачі оптичного випромінювання на основі внутрішнього фотоефекту (фоторезистори, фотодіоди).

## **9. Метрологія, стандартизація, сертифікація**

1. Навести способи вираження точності вимірювань. Проаналізувати форми подання результатів вимірювань.
2. Проаналізувати методи вимірювання: протиставлення, диференційний, нульовий.
3. Визначити поняття метод та методика вимірювань. Проаналізувати методи безпосередньої оцінки та зіставлення з мірою.
4. Визначити поняття фізичної величини, її розмір та числове значення
5. Обґрунтувати проведення обробки нормально розподілених даних прямих багаторазових вимірювань.

6. Обґрунтувати проведення обробки даних прямих одноразових вимірювань, які не вимагають високої точності.
7. Проаналізувати похибки вимірювань та навести їх класифікацію.
8. Визначити умови збіжності та відтворюваності результатів вимірювань. Визначити поняття виправлений та не виправлений результат вимірювань.
9. Визначити похибки засобів вимірювальної техніки, клас точності засобу вимірювань.
10. Обґрунтувати способи визначення центру розподілу похибок.
11. Визначити поняття систематичної похибки. Обґрунтувати методи її виключення.
12. Проаналізувати розподіл Ст'юдента, його практичне застосування.
13. Проаналізувати нормальний закон розподілу випадкових величин, його параметри.
14. Навести статистичні оцінки вибірових параметрів розподілу
15. Проаналізувати моменти розподілу сукупності випадкових величин
16. Обґрунтувати поняття квантілі та рівні значимості випадкової величини.

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Білий М.У., Охріменко Б.А. Атомна фізика. Підручник з грифом МОНМСУ. – К.: “Знання”, 2009.- 560 с.
2. Курляк В. Ю., Карплюк Л. Т., Тузяк М. Р. Практикум з курсу “Атомна фізика” / Навчальний посібник. — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2008. — 112 с.
3. Каденко І.М., Плюйко В.А. Фізика атомного ядра та частинок. Підручник. Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2008. – 414 с.
4. Булавін Л.А., Тартаковський В.К. Ядерна фізика. К.: Знання, 2005. (2-е видання, доп.) – 439 с.
5. Стащук В.С., Охріменко Б.А. Методичні вказівки до спецкурсу "Спектроскопія атомів і молекул" Видав. Укр.відділ. Міжнарод. оптичної техніки. SPIE/UKRAINE, 2003, - 80 с.
6. Навчальний посібник «Цифрова схемотехніка» авторів В.М.Рябенського, В.Я. Жуйкова, В.Д. Гулого., 2009, 736 с. (з грифом МОН)
7. Стадник В. Й. Оптика. Елементи атомної та ядерної фізики. Навчальний посібник з грифом МОНМСУ / Стадник В. Й. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008 – 336 с.
8. Погорелов В.Є. Фізичні основи квантової електроніки. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2007. – 135 с.
9. Одарич В.А., Поперенко Л.В, Стащук В.С. Якунов А.В. Прикладна оптика. Оптична система: теорія, розрахунок, конструювання, технологія.- К.: ВПЦ “Київський університет”, 2010.- 332 с.
10. Одарич В.А. Основи теорії та методів розрахунку оптичних систем. Ч.ІІІ. Оптичні системи спектральних приладів. Вид.поліграф.центр " Київський університет", Київ, 2003. 40с.
11. Мар'янчук П.Д. «Джерела світла і приймачі оптичного випромінювання». Навчальний посібник з грифом МОНМСУ. – Чернівці: ЧНУ. – 2012.



**Критерії оцінювання відповідей на комплексному фаховому іспиті для абітурієнтів, які вступають на освітній рівень «Магістр» спеціальності «Інформаційно-вимірювальні технології», спеціалізація «Фотоніка: комп'ютерні оптичні системи» (на базі освітнього рівня «Бакалавр»)**

Комплексний фаховий іспит приймається в тестовій формі. До кожного завдання пропонується 4 варіанти відповідей, з яких лише один правильний.

Правильна відповідь на кожне тестове завдання оцінюється в 5 балів. Завдання вважається виконаним правильно, якщо вибраний правильний варіант відповіді.

Завдання вважається виконаним неправильно, якщо: а) позначено неправильну відповідь; б) позначено два або більше варіантів відповіді, навіть якщо серед них є правильний; в) відповідь не позначено взагалі.

Максимальна кількість балів на вступному випробуванні – 200.

**Знання абітурієнтів оцінюються за загальними критеріями оцінювання тестових завдань:**

–180-200 балів (високий рівень) (більше 90% правильних відповідей) – виставляється за вибір правильної відповіді майже на всі тестові завдання, характеризує глибокі знання змісту предмета: уміння аналізувати, порівнювати, виділяти головне; відзначається системністю, послідовністю, логічністю знань, якісно сформованими практичними уміннями та навичками, програмовий матеріал засвоєний на високому рівні;

– 150-175 балів (достатній рівень) (76-90% правильних відповідей) – виставляється за вибір правильної відповіді на більшість тестових завдань, характеризує повні знання змісту предмета: вільне володіння практичними навичками; аргументоване знання матеріалу, але допускаються незначні неточності у розкритті змісту окремих тем програми;

– 125-145 балів (середній рівень) (60-75% правильних відповідей)– виставляється за вибір правильної відповіді на більшість питань(як правило першого рівня складності); характеризує поверхневе оволодіння матеріалом окремих питань навчальних курсів, абітурієнт плутає поняття, невпевнений у правильності відповіді, допускає неточності у теоретичних знаннях; не вміє встановлювати взаємозв'язок теорії з практикою.

–105-120 балів (низький рівень) (менше 50% правильних відповідей) – виставляється за вибір правильної відповіді лише на окремі питання програми; що характеризує поверхове оволодіння теоретичними знаннями, науковими фактами, визначеннями; відсутня здатність аналізувати; не вміє оцінювати психолого-педагогічні факти та явища, встановлювати взаємозв'язок теорії з практикою.