

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра прикладної фізики та фізики плазми

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
В.о. директора ННІ «Фізико-технічний факультет»  
Пилип КУЗНЄЦОВ  
“ \_\_\_\_\_ 2023 р.



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Загальна фізика (електромагнітні хвилі та оптика)

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалавр)

галузь знань 10 – “Природничі науки”  
(шифр і назва)

спеціальність 105 – “Прикладна фізика та наноматеріали”  
(шифр і назва)

освітня програма «Прикладна фізика», «Біомедичні нанотехнології»  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни обов’язкова  
(обов’язкова / за вибором)

факультет ННІ «Фізико-технічний факультет»

2023 / 2024 навчальний рік

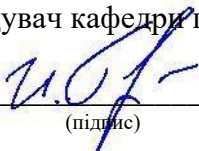
Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою ННІ «Фізико-технічний факультет»  
 “25” серпня 2023 року, протокол №8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)  
**Азаренков Микола Олексійович**, проректор з науково-педагогічної роботи, доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАН України;  
**Олефір Володимир Петрович**, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент каф. прикладної фізики та фізики плазми;  
**Гапон Олександр Вікторович**, ст. викладач каф. прикладної фізики та фізики плазми.

Програму схвалено на засіданні кафедри прикладної фізики та фізики плазми

Протокол від “24” липня 2023 року № 12

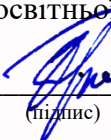
Завідувач кафедри прикладної фізики та фізики плазми

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)

Ігор ГАРКУША  
 (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми Прикладна фізика  
 (назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної) програми

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)

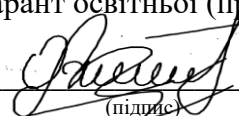
Ігор ГІРКА  
 (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми

Біомедичні нанотехнології

(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної) програми

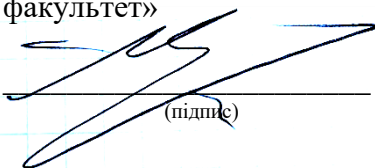
  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)

Ольга ЖИТНЯКІВСЬКА  
 (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією ННІ «Фізико-технічний факультет»

Протокол від “14” серпня 2023 року № 11

Голова науково- методичної комісії ННІ «Фізико-технічний факультет»

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)

Микола ЮНАКОВ  
 (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програму навчальної дисципліни “загальна фізика (електромагнітні хвилі та оптика)” складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого рівня вищої освіти (бакалавр).

спеціальності 105 – “Прикладна фізика та наноматеріали”.

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання загальної фізики є формування світогляду, необхідного для виховання гармонійно розвинутого фахівця в галузі природничих наук. Крім того, в рамках курсу електромагнітних хвиль та оптики, як частини курсу загальної фізики, треба підготувати студентів до вивчення атомної та ядерної фізики, а також теоретичних курсів електродинаміки та квантової механіки, надати їм змогу подальшого самостійного розвитку у галузях сучасної науки та техніки, пов'язаних з електродинамікою, радіофізикою та оптикою.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

включають надання студентам знань та навичок, достатніх для усвідомленої самостійної постановки та розв'язання задач (в першу чергу – якісного та оціночного характеру), що виникають під час професійної діяльності з приводу оптичних або електродинамічних явищ, а також для розробки стратегії розв'язання більш серйозних проблем, повністю або частково пов'язаних з оптикою та радіофізикою.

Загальні компетентності, які мають бути засвоєні внаслідок вивчення курсу електромагнітних хвиль та оптики:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; **(ЗК-1)**
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; **(ЗК-2)**
- здатність до проведення досліджень на відповідному рівні; **(ЗК-6)**
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; **(ЗК-7)**

Фахові компетентності, які мають бути засвоєні внаслідок вивчення курсу електромагнітних хвиль та оптики:

- здатність брати участь у плануванні та виконанні експериментів і лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів; **(СК-2)**
- здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження; **(СК-3)**
- здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій; **(СК-5)**
- здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем; **(СК-6)**
- здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності; **(СК-7)**
- здатність працювати із науковим обладнанням і вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень; **(СК-9)**

- здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати числові методи для розв'язування фізичних задач і моделювання фізичних систем; (СК-10)
- розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних досліджень. (СК-11)

1.3. Кількість кредитів 8

1.4. Загальна кількість годин 240

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
<b>Обов'язкова / за вибором</b>	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
4-й	-й
Лекції	
64 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
48 год.	год.
Самостійна робота	
96 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	
94 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Опанувавши курс, студенти мають знати масштаби частот та довжин електромагнітних хвиль різних діапазонів, діелектричних проникностей прозорих середовищ, принцип дії лінз, дзеркал, оптичних приладів, розуміти поняття яскравості та інших фотометричних величин, знати взаємозв'язок між компонентами електромагнітного поля плоскої хвилі, розуміти принцип дії дипольної антени та антенної ґратки, уявляти їх діаграми спрямованості, розуміти електродинамічну природу світлового тиску, процес перенесення енергії електромагнітними хвилями, умови випромінювання електричними зарядами, умови розповсюдження хвиль у хвилеводах, знати закономірності відбиття та заломлення хвиль на межі розділу діелектриків, діелектрика та метала, хвильову природу явищ інтерференції та дифракції, вплив монохроматичності та розміру джерела на інтерференційну картину, знати схеми класичних дослідів з інтерференції світла та інтерферометрів, межі наближень геометричної оптики, дифракції Френеля та Фраунгофера, розрізняти фазову та групову швидкість, розуміти електронну теорію дисперсії, знати особливості розповсюдження електромагнітних хвиль у плазмі та металі, розсіяння світла, розповсюдження світла в анізотропних середовищах, розуміти природу анізотропії, застосування оптичних явищ у вимірювальних та аналітичних приладах, знати основні експерименти, що демонструють нелінійну взаємодію світла з речовиною.

Студенти мають вміти будувати зображення точкового джерела на сферичній поверхні, в лінзі, плоскому та сферичному дзеркалах та оптичних системах, розраховувати фотометричні характеристики, розв'язувати задачі з допомогою рівнянь Максвелла, знаходити власні частоти резонаторів та частоти відсічки хвилеводів,

знаходити групову та фазову швидкість електромагнітних хвиль, застосовувати поняття енергії та імпульсу електромагнітного поля, розв'язувати задачі за допомогою формул Френеля, знаходити стан поляризації хвиль при проходженні та відбитті, користуватися умовою інтерференційних максимумів та мінімумів, вміти розрахувати, за яких умов буде спостерігатися інтерференція, знаходити характеристики спектрального апарату для спостереження світла заданого спектру, розв'язувати задачі за допомогою принципу Гюйгенса-Френеля, методом зон Френеля, знаходити інтервали частот прозорості та непрозорості діелектрика, критичну частоту плазми, знаходити стан поляризації хвилі, що пройшла через анізотропну або оптично-активну речовину

Згідно з освітньо-професійною програмою «Прикладна фізика» спеціальність 105 – «прикладна фізика та наноматеріали» студенти мають досягти таких результатів навчання:

- знати та розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики; (Зн-1)
- розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем; (Зн-3)
- знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, механіки суцільних середовищ, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та геометричної оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з теоретичної та прикладної фізики; (Зн-4)
- знати та розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій; (Зн-5)
- застосовувати сучасні математичні методи для побудови та аналізу математичних моделей фізичних процесів; (Ум-1)
- застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики; (Ум-2)
- застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій; (Ум-3)
- вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики; (Ум-4)
- відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність і релевантність інформації; (Ум-5)
- класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики; (Ум-6)
- мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи; (АіВ-1)
- знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини; (АіВ-2)
- знати, аналізувати, прогнозувати та оцінювати основні екологічні аспекти загального впливу промислово-технологічної діяльності людства, а також окремих фізичних явищ, наукових досліджень та процесів (природних і штучних) на навколишнє природне середовище та на здоров'я людини. (АіВ-3)

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Електромагнітні хвилі.

#### Тема 1.1. Властивості електромагнітних хвиль

Необхідність струму зміщення, його структура. Рівняння Максвелла та граничні умови.

Плоскі електромагнітні хвилі в однорідному діелектрику як наслідок рівнянь Максвелла. Хвильове рівняння, його розв'язки. Поляризація.

Густина енергії та потоку енергії електромагнітних хвиль. Циліндричні та сферичні хвилі. Потоки енергії в електричних колах.

Густина імпульсу та потоку імпульсу. Світловий тиск.

Монохроматичні хвилі: фаза, частота, довжина, фазова швидкість.

Електромагнітні хвилі як релятивистський об'єкт. Ефект Доплера.

#### Тема 1.2. Випромінювання

Випромінювання заряду, що рухається. Діаграма спрямованості. Приклади.

Випромінювання дипольної антени. Власні частоти, діаграма спрямованості. Пів- та чверть хвильова антена.

Електромагнітне поле антенної ґратки, діаграма спрямованості та умова випромінювання.

Шкала електромагнітних хвиль. Принципи радіозв'язку.

Ефект Вавілова-Черенкова

#### Тема 1.3. Хвилеводи, лінії, резонатори

Стоячі хвилі в вакуумі. Електромагнітні хвилі в прямокутному хвилеводі.

Відсічення. Відбиття від замкненого та відкритого кінця.

Електромагнітне поле в прямокутному та циліндричному резонаторах. Резонатори оптичного діапазону

Електромагнітні хвилі у двохпровідній лінії. Хвильовий опір лінії. Лінія, навантажена активним опором. Необхідність узгодження трактив.

#### Тема 1.4. Заломлення та відбиття на плоскій межі однорідних ізотропних середовищ

Геометричні закони відбиття та заломлення електромагнітних хвиль на межі поділу двох діелектриків. Повне відбиття, глибина проникнення.

Амплітудні та енергетичні співвідношення для хвиль  $s$  і  $p$  поляризацій. Формули Френеля. Граничний кут. Випадки стрибкоподібної зміни фази.

Випадки ковзного та нормального падіння. Енергетичні коефіцієнти відбиття та пропускання. Просвітлення оптики.

Явище Брюстера, його фізичне тлумачення. Ступінь поляризації заломленої хвилі для  $s$  і  $p$  поляризацій. Стопа Столетова.

Явище повного відбиття. Характер розподілу напруженості заломленого поля, глибина проникнення. Неоднорідна хвиля. Стрибок фази. Поляризація відбитої хвилі. Ромб Френеля. Оптичні хвилеводи.

Електромагнітні хвилі у провідних середовищах. Закони відбиття та заломлення електромагнітних хвиль на межі діелектрик-провідник.

#### Тема 1.5. Анізотропні середовища

Подвійне променезаломлення та його природа.

Розповсюдження хвиль в одно- та двох- осних кристалах.

Поляризаційні та двоприменезаломлюючі призми, дихроїчні пластинки, чверть- та пів- хвильові пластинки.

Закон Малю

Штучна анізотропія при деформаціях, в електричному та магнітному полях.

Ефекти Керра, Поккельса, Коттона-Муттона та їх використання.

Природна та штучна оптична активність. Ефект Фарадея.

## Розділ 2. Геометрична оптика та фотометрія

### Тема 2.1. Геометрична оптика

Принцип стаціонарного часу Ферма. Оптичне зображення. Відбиття та заломлення на пласкій та сферичній поверхні. Формула лінзи. Поняття про аберації. Геометрична оптика як граничний випадок хвильової. Таутохронізм світлових променів.

### Тема 2.2. Фотометрія

Енергетичні та світлові одиниці. Світлові пучки. Освітленість та світимість. Яскравість пучка та випромінювача.

### Тема 2.3. Оптичні системи

Збільшувальне скло, зорова труба, мікроскоп. Умова синусів. Роль діафрагм.

## Розділ 3. Інтерференція та дифракція

### Тема 3.1. Інтерференція

Сутність та умови спостереження інтерференції. Додавання двох гармонічних коливань в точці. Інтерференційний член. Роль поляризації та стабільності різниці фаз. Функція видимості. Оптична різниця ходу.

Інтерференція двох точкових джерел. Просторовий розподіл максимумів та мінімумів. Збереження енергії при інтерференції.

Інтерференція двох пласких хвиль, розподіл інтенсивності, ширина смуги. Стоячі світлові хвилі. Дослід О.Вінера.

Класичні інтерференційні досліди Юнга, дзеркала та біпризма Френеля, дзеркало Ллойда, білінза Бйе, досліди Поля, Месліна, Лінніка. Ширина смуги. Видимість смуг. Максимальний розмір джерела. Роль немонохроматичності.

Параметри когерентності хвильового поля. Об'єм, площадка, радіус, площа, довжина та час когерентності. Залежність параметрів від відстані до об'ємного джерела.

Інтерференція в тонких плівках та платівках. Смуги рівного нахилу та рівної товщини та умови їх спостереження. Діелектричні дзеркала та фільтри.

Двохпроменеві інтерферометри. Інтерферометр Майкельсона. Інтерферометр Релея.

Багатопроменеві інтерферометри. Інтерферометр Фабрі-Перо. Розподіл інтенсивності, кутова дисперсія, роздільність.

### Тема 3.2 Дифракція

Принцип Гюйгенса-Френеля. Розповсюдження сферичної хвилі. Інтеграл Френеля, зони Френеля.

Дифракція на круглому отворі та на круглому екрані. Пляма Пуассона.

Векторна діаграма (спіраль Френеля). Зонна платівка, фазова платівка, лінза Френеля.

Дифракція Фраунгофера. Умова, коли хвилі можна вважати плоскими. Наближення геометричної оптики, дифракції Френеля, дифракції Фраунгофера.

Дифракція плоскої хвилі на щілині та на отворі. Розподіл інтенсивності за кутом. Допустимий розмір джерела.

Дифракція плоскої хвилі на ґратці. Розподіл за кутом. Головні та побічні максимуми, їх пояснення за допомогою векторних діаграм. Ковзне падіння на ґратку.

Характеристики спектральних апаратів. Кутова, лінійна дисперсія, роздільність, спектральна область ґратки. Фазова ґратка.

Призма як спектральний прилад. Кутова дисперсія та роздільність призми.

Недоліки метода Гюйгенса-Френеля та шляхи їх усунення.

Дифракція на об'ємній ґратці.

Методи спостереження дифракції рентгенівських променів.

Голографія. Принципи одержання об'ємних зображень.

#### Розділ 4. Молекулярна оптика

##### Тема 4.1. Дисперсія та поглинання світла

Хвильовий пакет. Фазова та групова швидкості. Формула Релея та її аналіз.

Показник заломлення в газах. Формула Лоренца-Лорентца. Питома рефракція речовини, що складається з класичних гармонічних осциляторів. Електронна теорія дисперсії. Комплексний показник заломлення. Нормальна та аномальна дисперсія.

Поглинання світла.

Дисперсія електромагнітних хвиль у плазмі.

Дисперсія світла в металах. Дисперсія рентгенівських променів

##### Тема 4.2. Розсіяння світла

Природа та класифікація процесів розсіяння.

Розсіяння Тіндала. Розсіяння на флуктуаціях. Вимушене розсіяння

Мандельштама-Брілюена.

Комбінаційне розсіяння.

##### Тема 4.3. Нелінійні оптичні явища

Нелінійна поляризація. Квадратична нелінійність, генерація другої гармоніки, оптичне детектування, комбінаційні частоти, умови просторового синхронізму. Параметричне підсилення світла.

Кубічна нелінійність, самодія світла, залежність показника заломлення від амплітуди поля, самофокусування хвильового пучка.

Ударні хвилі. Солітони.

Нелінійне поглинання та нелінійне просвітлення середовища.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	ла б	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Розділ 1. Електромагнітні хвилі.</b>						
Тема 1.1. Властивості електромагнітних хвиль		6	2			8
Тема 1.2. Випромінювання		6	2			8
Тема 1.3. Хвилеводи та резонатори		4	2			8
Тема 1.4. Заломлення та відбиття на пласкій межі однорідних ізотропних середовищ		4	2	10		4
Тема 1.5. Анізотропні середовища		4	2	4		4
<b>Разом за розділом 1</b>	80	24	10	14		32
<b>Розділ 2. Геометрична оптика та фотометрія</b>						
Тема 2.1. Геометрична оптика		4	2	2		4
Тема 2.2. Фотометрія		3	2	4		4
Тема 2.3. Оптичні системи		3	1	2		4
<b>Разом за розділом 2</b>	35	10	5	8		12
<b>Розділ 3. Інтерференція та дифракція</b>						
Тема 3.1. Інтерференція		10	6	16		12
Тема 3.2 Дифракція		10	6	8		12



<b>Разом за розділом 3</b>	80	20	1 2	24		24
<b>Розділ 4. Молекулярна оптика</b>						
Тема 4.1. Дисперсія та поглинання світла		4	2	2		4
Тема 4.2. Розсіяння світла		2	1			2
Тема 4.3. Нелінійні оптичні явища		4	2			2
<b>Разом за розділом 4</b>	25	10	5	2		8
<b>Курсова робота</b>	20					20
<b>Разом</b>	240	64	3 2	48		96

#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.1. Властивості електромагнітних хвиль	2
2	Тема 1.2. Випромінювання	2
3	Тема 1.3. Хвилеводи, лінії, резонатори	2
4	Тема 1.4. Заломлення та відбиття на пласкій межі однорідних ізотропних середовищ	2
5	Тема 1.5. Анізотропні середовища	2
6	Тема 2.1. Геометрична оптика	2
7	Тема 2.2. Фотометрія	2
8	Тема 2.3. Оптичні системи	1
9	Тема 3.1. Інтерференція	6
10	Тема 3.2 Дифракція	6
11	Тема 4.1. Дисперсія та поглинання світла	2
12	Тема 4.2. Розсіяння світла	1
13	Тема 4.3. Нелінійні оптичні явища	2
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

#### Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Калібрування фотодетектора і вимірювання діаграми спрямованості джерела світла.	4
2	Вимірювання параметрів лінз і лінзових об'єктивів.	4
3	Визначення концентрації розчинів за допомогою інтерферометра Релея.	4
4	Визначення показників заломлення рідин за допомогою рефрактометра Аббе.	4
5	Визначення показників заломлення твердих тіл іммерсійним методом.	4
6	Вивчення оптичної активності кварцу і глюкози.	4
7	Кільця Ньютона. Визначення довжини світлової хвилі.	4
8	Вивчення дифракції світла на щілині і на отворі.	4
9	Вимірювання довжини хвилі світла за допомогою біпрізми Френеля.	4
10	Визначення абсолютних показників заломлення методом призми.	4
11	Вимірювання параметрів лазерного пучка.	4

12	Вимірювання мікронерівностей поверхні за допомогою інтерференційного мікроскопа Линника.	4
	Разом	<b>48</b>

### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Форма контролю
1	Тема 1.1. Властивості електромагнітних хвиль	8	Контрольна робота №1
2	Тема 1.2. Випромінювання	8	
3	Тема 1.3. Хвилеводи, лінії, резонатори	8	
4	Тема 1.4. Заломлення та відбиття на пласкій межі однорідних ізотропних середовищ	4	
5	Тема 1.5. Анізотропні середовища	4	
	<b>Разом за розділом 1</b>	<b>32</b>	
6	Тема 2.1. Геометрична оптика	4	
7	Тема 2.2. Фотометрія	4	
8	Тема 2.3. Оптичні системи	4	
	<b>Разом за розділом 2</b>	<b>12</b>	
9	Тема 3.1. Інтерференція	12	Контрольна робота №2
10	Тема 3.2 Дифракція	12	
	<b>Разом за розділом 3</b>	<b>24</b>	
11	Тема 4.1. Дисперсія та поглинання світла	4	
12	Тема 4.2. Розсіяння світла	2	
13	Тема 4.3. Нелінійні оптичні явища	2	
	<b>Разом за розділом 4</b>	<b>8</b>	
14	Курсова робота	<b>20</b>	
	Разом	<b>96</b>	

### 6. Індивідуальні завдання

1) Розрахунково-графічна робота за Розділом 1 (32 години самостійної роботи)

включає задачі:

3.232-3.239, 2.378-2.388, 3.241(б), 3.243, 3.245, 3.250, 3.251, 3.253-3.255, 3.258, 3.262, 3.263, 3.268-3.270, 3.274, 4.197, 4.200, 4.183, 4.187,4.188, 4.191, 4.192 [10];

656,664-667 [11].

Оцінювання (10 балів)

2) Розрахунково-графічна робота за Розділом 2 (11 годин самостійної роботи)

включає задачі:

4.1,4.3-4.7,4.10,4.11,4.39-4.43, 4.49-4.51,4.55 [10];

1,2,34,35,38,39,54,60,61,71,148 [11].

Оцінювання (5 балів)

3) Розрахунково-графічна робота за Розділами 3-4 (31 година самостійної роботи)

включає задачі:

8,19,20 стор. 361 [9];

4.79-4.87, 4.92, 4.95, 4.96, 4.103,4.104, 4.106, 4.113-4.119, 4.133- 4.142 4.150-4.156 4.158, 4.160, 4.164-4.166 [10];

226,227,236,238, 251-256, 322, 412-421 [11].

Оцінювання (10 балів)

4) Контрольна робота №1 (1 година самостійної роботи).  
Включає 5 задач, подібних до задач з розділів 1,2.  
Оцінювання (5 балів).

5) Контрольна робота №2 (1 година самостійної роботи).  
Включає 5 задач, подібних до задач з розділів 3,4.  
Оцінювання (5 балів).

6) Курсова робота (20 годин самостійної роботи).  
Оцінювання (5 балів).

### 7. Методи навчання

Використовуються словесні, наочні, практичні та дискусійні методи навчання. На лекціях використовують найчастіше словесний, наочний та дискусійний методи. На практичних і лабораторних заняттях найчастіше використовують практичний та дискусійний методи. Під час самостійної роботи знаходять застосування всі згадані методи навчання.

### 8. Методи контролю

Навчальним планом передбачені наступні методи контролю. Поточний контроль передбачає три розрахунково-графічні роботи, розв'язання яких має бути захищеним, і дві контрольні роботи, які проводять протягом семестру. Виконання лабораторних робіт передбачає допуск до лабораторної роботи, під час якого викладач перевіряє готовність студента до виконання лабораторної роботи, а саме: знання вимог техніки безпеки, теоретичних основ і експериментальних методів, на яких побудовано лабораторну роботу, а також захист звіту за лабораторною роботою. Курсова робота виконується індивідуально за завданням, визначеним на початку семестру, та захищається студентом наприкінці семестру. Підсумковий семестровий контроль – це іспит у письмовій формі. Для допуску до складання іспиту здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 50 балів під час поточного контролю.

### 9. Схема нарахування балів

Контрольна робота 1	5
Контрольна робота 2	5
Практичні заняття, розрахункові роботи	25
Фізичний практикум	20
Курсова робота	5
Іспит	40
Сума	100

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 30 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

### Критерії оцінювання навчальних досягнень

Оцінка за розрахунково-графічну та за контрольну роботу пропорційна кількості правильно розв'язаних задач з обґрунтованим розв'язком. Виконання лабораторної роботи оцінюється окремо за експериментальною частиною, що включає в себе вимірювання та обробку результатів, та за теоретичною частиною. Оцінка пропорційна кількості виконаних завдань, що ставляться в кожній окремій роботі. Максимальна оцінка для всіх лабораторних робіт однакова. Курсова робота оцінюється пропорційно кількості виконаних пунктів завдання до курсової роботи.

Підсумковий контроль проводиться в формі екзамену. До складання іспиту допускають студентів, які набрали протягом семестру не менше 50% балів за кожену

контрольну, практичні заняття та розрахункові роботи, а також фізичний практикум окремо. Екзамен проводиться в письмовій формі. Екзаменаційне завдання складається з восьми пунктів та містить чотири питання тестового характеру та чотири задачі. Оцінка за екзамен пропорційна кількості пунктів, на які отримано правильну відповідь. Розв'язок задач має бути обґрунтованим, відповіді на тестові питання – лаконічними. Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	<b>відмінно</b>
70-89	<b>добре</b>
50-69	<b>задовільно</b>
1-49	<b>незадовільно</b>

### 10. Рекомендована література Основна література

- [1] Landsberg G.S. Optica. Mosku, Mir, 1983.
- [2] Savelyev I.V. Physics. A General Course, v2. Moscow, Mir, 1989.
- [3] Sivuchin D.V. Corso di fisica generale, vv3,4. Edizioni Estere, 1985.
- [4] Войцєня Т.І., Гірка І.О. Оптика і електромагнітні хвилі. Методичні поради до виконання домашніх завдань. Харків, Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013.
- [5] I.E. Irodov. Problems in general physics. Moscow, Mir, 1988.
- [6] Singh A.K. Solutions to Irodov's problems. In 2 vols. 1-2, CBS Publishers&Distributors, New Delhi, 2004.

### Допоміжна література

- [7] The Feynman lectures on physics / Richard Feynman, Robert B. Leighton, Matthew L. Sands. TextRedwood, City, Calif.: Addison-Wesley, 1989.
- [8] S. A. Akhmanov, S.Yu. Nikitin. Physical optics. Clarendon press, Oxford, 1997.
- [9] Max Born, Emil Wolf. Principles of optics. Cambridge University Press, 1999.
- [10] R.W. Pohl. Optik und Atomphysik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1976.
- [11] A.N.Matveev. Optics. Moscow, Moscow, Mir, 1988.
- [12] A. Sommerfield. Optics. New York, N.Y.Academic Press Inc., Publishers. 1954

### 11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

Джерела електронної літератури

<https://www.libgen.is>

Відеозаписи лекцій та лекційних експериментів

<https://www.youtube.com/channel/UCiEHVhv0SBMpP75JbzJShqw>

<https://www.youtube.com/user/RicePhysics102>

<https://www.youtube.com/user/bkraz333>