

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

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

Кафедра оптики



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Оптика**

(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

**4**

Кількість кредитів ECTS

**7**

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

**українська** \_\_

Форма заключного контролю

**іспит**

Викладачі: проф. Кондратенко С.В.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_р.  
(підпис, ПІБ, дат)

КИЇВ – 2022



**1. Мета дисципліни** – є формування сучасного світогляду та системи знань про природу електромагнітного випромінювання в оптичному діапазоні частот, про процеси випромінювання світла, його поширення в різноманітних середовищах і взаємодію з речовиною.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Знати основні закони механіки, молекулярної фізики, електрики та магнетизму, основи математичного аналізу, звичайні диференціальні рівняння, основи математичної фізики.

2. Вміти застосовувати попередні знання з курсів механіки, молекулярної фізики, електрики та магнетизму, математичного аналізу, основ векторного та тензорного аналізу та диференціальних рівнянь для опису оптичних явищ та розв'язку фізичних задач з курсу оптика.

3. Володіти елементарними навичками розв'язування фізичних задач різних типів, обчислення похідних, інтегралів, дій над операціями з векторами, будувати графіки функцій.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Предметом навчальної дисципліни «Оптика» є вивчення фізичних властивостей електромагнітного випромінювання в оптичному діапазоні частот, особливостей інтерференції та дифракції світла, експериментальне та теоретичне вивчення випромінювання світла, його поширення в середовищах різної природи, поглинання в середовищі, а також заломлення та відбивання на границі поділу, взаємодії кількох світлових потоків, утворення когерентних джерел світла, опис принципів оптичних вимірювань, фізичних основ та принципів роботи оптичних приладів.

**4. Завдання (навчальні цілі):** – вивчення і засвоєння фізичних властивостей електромагнітного випромінювання в оптичному діапазоні частот, особливостей інтерференції та дифракції світла, принципів оптичних вимірювань, оптичних властивостей речовини та закономірностей взаємодії світла з речовиною на основі узагальнення дослідних фактів і результатів спостережень у вигляді кількісних співвідношень між фізичними величинами з використанням відповідних фізичних моделей, а також застосування цих законів до розв'язування задач з оптики.

Методи викладання: лекції, семінари, лабораторні роботи, консультації. Методи оцінювання: модульні контрольні роботи, реферати, контроль за виконанням лабораторних робіт, залік за виконання лабораторних робіт, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок модульного контролю (60%) та іспиту (40%).

4. Завдання (навчальні цілі): вивчення природи оптичного випромінювання (світла), досліджуються процесів випромінювання світла, його поширення в різноманітних середовищах і взаємодії з речовиною.

Дисципліна спрямована на досягнення таких загальних та спеціальних (фахових, предметних) компетентностей випускника:

*Інтегральних:*

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

*Фахових:*

ФК1. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання.

ФК11. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики, оптики, лазерної фізики, оптоелектроніки та метрології.

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

**5. Результати навчання за дисципліною:**

<b>Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)</b>		<b>Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання</b>	<b>Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)</b>	<b>Відсоток у підсумков ій оцінці з дисциплін и</b>
<b>Ко д</b>	<b>Результат навчання</b>			
1. 1	<i>Формулювання основних принципів, законів, формул та рівнянь оптики, і межі їх застосування</i>	<i>Лекції та практичні заняття, лабораторні роботи</i>	<i>Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота</i>	20
1. 2	<i>Властивості електромагнітного випромінювання в оптичному діапазоні частот, особливостей інтерференції та дифракції світла, оптичні властивості речовини та закономірності взаємодії світла з речовиною</i>	<i>Лекції та практичні заняття, лабораторні роботи</i>	<i>Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота</i>	20
1. 3	<i>Приклади проявів законів оптики в природі та приклади використання законів оптики в техніці, різних галузях науки, виробництва та повсякденного життя.</i>	<i>Лекції та практичні заняття, лабораторні роботи</i>	<i>Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота</i>	20
2. 1	<i>Аналізувати оптичні явища і результати дослідів, спираючись на основні закони і формули оптики</i>	<i>Лекції та практичні заняття, лабораторні роботи</i>	<i>Щотижневий контроль попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота</i>	20
2. 2	<i>Розв'язувати основні типи задач оптики, спираючись на основні закони і формули</i>	<i>Лекції та практичні заняття</i>	<i>Щотижневий контроль</i>	20

	оптики, аналізувати отримані розв'язки щодо їх відповідності основним фізичним уявленням та «здоровому фізичному глузду» та встановлювати межі їх застосування		попереднього матеріалу шляхом відповідей на конкретну кількість питань, модульна контрольна робота	
--	--	--	--	--

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

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни	
	1	2
ПРН03. Розуміти широкий міждисциплінарний контекст спеціальності, її місце в теорії пізнання і оцінювання об'єктів і явищ..	+	+
ПРН05. Вміти використовувати принципи і методи відтворення еталонних величин при побудові еталонних засобів вимірювальної техніки (стандартних зразків, еталонних перетворювачів, еталонних засобів вимірювання).	+	+
ПРН12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.	+	+
ПРН19. Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової 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 фізики, оптики та лазерної фізики.	+	+
ПРН20. Знати і розуміти фізичні основи оптичних явищ та процесів: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати оптичні явища, а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Колоквіум: **20 балів**

2. Оцінювання результатів виконання тестів та контрольних робіт, проведених під час практичних занять: **10 балів**

3. Оцінювання захисту лабораторних робіт: **10 балів**

4. Підсумкова контрольна робота: **10 балів**

#### - підсумкове оцінювання:

Підсумковий контроль знань студента проводиться у формі іспиту, під час якого може бути отримана максимальна кількість балів – **50 балів**.

Підсумкова семестрова рейтингова оцінка складається із суми оцінок за модулі та оцінки за екзамен.

#### - умови допуску до підсумкового екзамену:

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

#### Заплановано такі види поточного і підсумкового контролю:

- 1) контрольні роботи;
- 2) контроль самостійної роботи студентів;
- 3) усні опитування;
- 4) захист лабораторних робіт
- 5) підсумкова контрольна робота;
- 6) іспит.

### 7.2 Організація оцінювання:

Робота з вивчення програмного матеріалу поділяється на три змістовні модулі.

1-й змістовний модуль (ЗМ1)

У межах першого змістовного модуля на лекціях розглядаються питання **електромагнітна природа світла, поширення, відбивання та заломлення світла, геометрична оптика, інтерференція світла** проводяться практичні заняття з розв'язування задач за темою матеріалу модуля та лабораторні роботи, а також самостійне вивчення матеріалу описового характеру, вказаного лектором.

Максимальна можлива кількість балів за перший модуль сягає **30 балів**, які нараховуються за результатами колоквіуму (**20 балів**), за виконання контрольних робіт (**5 балів**) та за результатами самостійної роботи студентів на практичних заняттях (**5 балів**).

**Модульний контроль здійснюється після 8 тижнів з початку роботи.**

2-й змістовний модуль (ЗМ2)

У межах третього змістовного модуля теоретично розглядаються питання **застосування інтерференції, основи голографії, дифракція світла, поглинання та дисперсія світла, молекулярна оптика, електромагнітні хвилі в анізотропних середовищах, елементи квантової оптики, елементи нелінійної оптики**, проводяться практичні заняття з розв'язування задач за темою матеріалу модуля та лабораторні роботи, а також самостійне вивчення матеріалу описового характеру, вказаного лектором.

Максимальна можлива кількість балів за третій модуль сягає **20** балів, які обчислюються як сума кількості балів за виконання контрольних робіт (**5** балів) та за результатами самостійної роботи студентів на практичних заняттях (**5** балів) та за результатами підсумкової контрольної роботи з розв'язування задач (**10** балів)

*Основні контрольні запитання для захисту лабораторних робіт з оптики*

1. Лінза. Правило знаків у геометричній оптиці. Формула лінзи.
2. Центрована оптична система. Спряжені й кардинальні точки оптичної системи. Додавання двох оптичних систем.
3. Товста лінза. Фокуси і головні точки, фокальні і головні площини такої лінзи. Хід променів крізь товсту лінзу.
4. Збірна та розсіювальна лінзи. Побудова зображень, створюваних такими лінзами.
5. Визначення фокусної відстані тонкої збірної лінзи методом Бесселя.
6. Визначення фокусної відстані та положення головних площин товстої збірної лінзи методом Аббе.
7. Визначення фокусної відстані тонкої розсіювальної лінзи.
8. Хід променів у зоровій трубці. Апертурна та польова діафрагми, вхідні та вихідні зіниці та люки.
9. Хід променів у мікроскопі.
10. Збільшення мікроскопа. Вивести формулу для збільшення. Максимальне збільшення оптичного мікроскопа.
11. Роздільна здатність об'єктива мікроскопа. Імерсійні об'єктиви.
12. Визначення збільшення об'єктива мікроскопа.
13. Принцип дії рисувального апарата.
14. Визначення лінійних розмірів мікрооб'єктів за допомогою мікроскопа.
15. Визначення показника заломлення скляної пластинки за допомогою мікроскопа.
16. Мікроскопи фазового контрасту.
17. Будова людського ока. Утворення зображення на сітківці. Світлочутливі рецептори (палички, колбочки). Крива видимості ока.
18. Дисперсія світла у середовищі. Нормальна та аномальна дисперсії. Показник заломлення та показник поглинання, їх залежність від довжини хвилі світла.
19. Класична теорія дисперсії.
20. Будова, юстування та вимірювання кутів за допомогою гоніометра.
21. Хід променів через призму у мінімумі відхилення. Вивести формулу для визначення показника заломлення.
22. Пояснити виникнення райдуги.
23. Хід променів у призмовому спектрографі.
24. Кутова та лінійна дисперсія спектрального приладу.
25. Критерій Релея для роздільного спостереження близьких спектральних ліній.
26. Роздільна здатність призми.
27. Точкове джерело світла. Сила світла точкового джерела. Ізотропне джерело.

28. Одиниця сили світла системи СІ та її еталон.
29. Енергетичний потік випромінювання та світловий потік. Одиниці їх вимірювання. Зв'язок між енергетичним та світловим потоками.
30. Яскравість неточкового джерела світла, одиниця її вимірювання. Закон Ламберта для відбивальних поверхонь.
31. Освітленість поверхні. Одиниця вимірювання освітленості. Вимоги до освітленості у робочих приміщеннях та аудиторіях.
32. Залежність освітленості поверхні від відстані до точкового (або неточкового) джерела, що освітлює цю поверхню.
33. Принцип дії візуального фотометра.
34. Як можна пояснити відхилення від закону обернених квадратів, яке спостерігається у роботі?
35. Закон поглинання Бугера-Ламберта-Бера. Фізичний зміст коефіцієнта поглинання.
36. Оптична густина об'єкта, який поглинає світло. Яка оптична густина вимірюється в роботі?
37. Спектр пропускання і спектр поглинання речовини. Світлофільтри.
38. Принцип дії універсального фотометра Пульфріха.
39. Відносна чутливість абсорбційного аналізу. За якої умови вона буде максимальною?
40. Як забезпечується рівномірна освітленість в обох плечах фотометра? Як досягається однакова освітленість обох половинок поля зору окуляра фотометра?
41. Визначення концентрації розчину за допомогою фотометра.
42. Чому оптична густина розчину лінійно залежить від його концентрації?
43. Закон заломлення Снелліуса-Декарта. Явище повного внутрішнього відбивання.
44. Будова і принцип дії рефрактометра Аббе.
45. Як утворюється межа світла і тіні в полі зору окуляра рефрактометра?
46. Яким чином досягається відсутність забарвлення межі поділу поля зору окуляра рефрактометра?
47. Чому показник заломлення розчину лінійно залежить від його концентрації?
48. Питома рефракція речовини. Атомна та молекулярна рефракції. Визначення молекулярної рефракції хімічної сполуки.
49. Інтерференція світла. Когерентність джерел світла. Методи одержання інтерференційних картин.
50. Видність інтерференційної картини. Чому вона зменшується при збільшенні розмірів джерела світла?
51. Який вигляд може мати інтерференційна картина від двох точкових джерел світла?
52. Явище дифракції. Пояснити утворення дифракційної картини за допомогою принципу Гюйгенса-Френеля.
53. Зони Френеля. Пояснити розподіл освітленості дифракційної картини для круглого отвору і круглого екрану за допомогою методу зон Френеля.
54. Розподіл освітленості дифракційної картини, що утворюється при дифракції на краю прямого екрану. Інтеграли Френеля. Спіраль Корню.



55. Пояснити за допомогою спіралі Корню розподіл освітленості дифракційної картини, що виникає при дифракції світла на краю прямого екрану, на вузькому прямому екрані та на вузькій щілині.
56. Як утворюються кільця Ньютона? Чому інтерференційна картина, одержана у відбитому світлі, доповнює інтерференційну картину, що утворюється у прохідному світлі?
57. Формули Френеля для відбивання і заломлення. Чому при відбиванні світла від середовища з більшим показником заломлення відбувається стрибок фази світлової хвилі на  $\pi$ ?
58. Видність інтерференційної картини. Чому видність кілець Ньютона у відбитому світлі значно більша, ніж у прохідному світлі?
59. Визначення радіуса кривини і якості виготовлення сферичної поверхні за допомогою кілець Ньютона.
60. Вивести формулу для радіусів світлих кілець Ньютона.
61. Інтерференція двох точкових джерел. Умови утворення максимумів і мінімумів інтерференції. Ширина інтерференційної смуги. Можливі форми інтерференційних смуг.
62. Утворення інтерференційної картини методом поділу амплітуд. Приклади.
63. Одержати умову максимумів інтерференції при двопробеневій інтерференції світла у плоскопаралельній пластинці.
64. Просвітлення оптики.
65. Утворення інтерференційної картини методом поділу фронту хвилі. Приклади.
66. Утворення інтерференційної картини в схемі з біпризмою Френеля.
67. Як утворюються два уявних джерела? Яку вони мають форму? Як можна виміряти кут між ними?
68. Вивести формулу для ширини інтерференційної смуги.
69. Як за допомогою біпризми Френеля можна визначити довжину світлової хвилі?
70. Довжина хвилі і частота монохроматичної світлової хвилі. Як ці величини залежить від властивостей середовища, у якому поширюється світлова хвиля?
71. Яким умовам повинні задовольняти ширина щілини й інтервал довжин хвиль світла, який пропускає світлофільтр, щоб можна було спостерігати інтерференційну картину?
72. Чим визначається максимальне число інтерференційних смуг, які можна спостерігати в схемі з біпризмою Френеля?
73. Інтерференція двох когерентних плоских хвиль, що розповсюджуються під кутом одна до одної.
74. Утворення інтерференційної картини в мікроінтерферометрі Лінника.
75. Оптична схема мікроінтерферометра Лінника. Розміщення вхідних і вихідних зіниць, люків, апертурних і польових діафрагм.
76. Чи можна за допомогою мікроінтерферометра Лінника спостерігати смуги рівного нахилу? Що для цього потрібно зробити?
77. Чи потрібна компенсаційна пластинка в інтерферометрі Майкельсона, у якому джерелом світла є лазер?
78. Вимірювання висоти нерівностей на плоскій поверхні за допомогою мікроінтерферометра Лінника.

79. Пояснити форму інтерференційних смуг в мікроінтерферометрі Лінника. Як зміниться відстань між смугами при збільшенні кута між дзеркалом  $Z1$  і зображенням дзеркала  $Z2$ ?
80. Які максимальні розміри подряпини можна виміряти за допомогою мікроінтерферометра Лінника?
81. Принцип Гюйгенса-Френеля.
82. Утворення дифракційної картини при падінні плоскої хвилі на дифракційну ґратку.
83. Чому дифракційна ґратка розкладає випромінювання в спектр?
84. Одержати основну формулу дифракційної ґратки (2).
85. Кутова дисперсія дифракційної ґратки. Вивести формулу для кутової дисперсії.
86. Роздільна здатність дифракційної ґратки. Критерій Релея для дифракційної ґратки.
87. Розподіл інтенсивності в дифракційній картині дифракційної ґратки.
88. Порядок юстування гоніометра.
89. Визначення сталої ґратки та довжини хвилі світла за допомогою дифракційної ґратки.
90. Утворення інтерференційної картини в інтерферометрі Релея.
91. Дифракція Фраунгофера на одній щілині. Положення максимумів і мінімумів у розподілі інтенсивності дифрагованих пучків.
92. Дифракція Фраунгофера на двох щілинах. Положення максимумів і мінімумів у розподілі інтенсивності дифрагованих пучків.
93. Хід променів та принцип дії інтерферометра Релея.
94. Молекулярна поляризація газу.
95. Експериментальне визначення коефіцієнта молекулярної поляризації газу.
96. Експериментальне визначення показника заломлення газу.
97. Для чого використовується інтерференційний світлофільтр під час градуювання приладу?
98. Для чого у роботі використовується баластний балон?
99. Яким чином вдається сумістити верхню і нижню інтерференційну картини під час вимірювання під тиском?
100. Площина поляризації світлової хвилі. Лінійно, циркулярно та еліптично поляризовані світлові хвилі.
101. У чому полягає явище оптичної активності? Дві групи оптично активних речовин. Приклади.
102. Обертальна здатність оптично активної речовини, її залежність від довжини хвилі світла.
103. Явище подвійного променезаломлення в кристалах. Звичайний і незвичайний промені. Оптична різниця ходу між ними.
104. Побудови Гюйгенса для заломлення звичайного та незвичайного променів в одновісних кристалах.
105. Принцип дії пластинки Лорана.
106. Теорія Френеля оптичної активності.
107. Будова і принцип дії поляриметра.

108. Площина поляризації світлової хвилі. Лінійно, циркулярно та еліптично поляризовані світлові хвилі.
109. Одновісні кристали. Головний переріз. Звичайний і незвичайний промені. Подвійне променезаломлення.
110. Поляризатори. Площина пропускання поляризатора. Види поляризаторів.
111. Як за допомогою поляризатора можна одержати лінійно поляризоване світло з неполяризованого?
112. Як з лінійно поляризованого світла можна одержати циркулярно чи еліптично поляризоване світло?
113. Поляризатор і аналізатор. Проходження світла через поляризатор і аналізатор. Закон Малюса.
114. Формули Френеля для відбивання і пропускання.
115. Залежність коефіцієнтів відбивання від кута падіння. Кут Брюстера, його зв'язок з показником заломлення діелектричної пластинки.
116. Будова та принцип дії поляризаційного гоніометра.
117. Визначення показника заломлення діелектричної пластинки за кутом Брюстера.
118. Визначення показника заломлення діелектричної пластинки за кутом повороту площини поляризації відбитого світла.
119. У чому полягає явище дифракції Фраунгофера на амплітудній ґратці при похилому падінні променів?
120. Чому фазова ґратка (ешелет) здатна концентрувати енергію світла в певному напрямку?
121. Роздільна здатність ґратки.
122. Кутова та лінійна дифракція ґратки.
123. Що являє собою оптичний резонатор? Яким вимогам повинні задовольняти елементи резонатора?
124. Будова і принцип дії гелій-неонового лазера.
125. Спонтанні та вимушені переходи у двохрівневій схемі. Рівноважна та інверсна заселеності рівнів. Коефіцієнти Ейнштейна, зв'язок між ними.
126. Моді резонатора. Поздовжні і поперечні моди. Умови їх утворення.
127. Дифракція Фраунгофера на щілині. Розподіл інтенсивності в дифракційній картині.
128. Дифракція Фраунгофера на двовимірній періодичній структурі (решітці). Розташування головних дифракційних максимумів.
129. Визначення періодів двовимірної періодичної структури (решітки) за дифракційною картиною.

**Модульний контроль здійснюється на останньому тижні роботи.**

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

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

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

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійні
<i>Змістовий модуль 1</i>				
1	<b>Лекція 1.</b> Вступ. Короткий історичний огляд розвитку оптики. Роль оптики у розвитку науки і техніки та формуванні сучасного світогляду. Розвиток поглядів на природу світла. Електромагнітна природа світла. Шкала електромагнітних хвиль.	2	2	
2	<b>Лекція 2.</b> Рівняння Максвелла. Хвильове рівняння Одновимірне хвильове рівняння та його аналіз. Швидкість поширення електромагнітних хвиль. Рівняння Максвелла для електромагнітних хвиль в однорідних діелектриках. Фазова швидкість, хвильовий вектор, абсолютний показник заломлення. Густина та потік енергії.	2	2	
3	<b>Лекція 3.</b> Поляризація світла. Типи поляризації світла. Елементарний дипольний випромінювач. Сферичні хвилі. Частково поляризоване світло.	2		
4	<b>Лекція 4.</b> Відбивання та заломлення світла на межі поділу двох діелектриків. Поширення електромагнітних хвиль в діелектриках. Граничні умови для електричного та магнітного полів на межі поділу двох середовищ. Формули Френеля. Амплітудні та енергетичні коефіцієнти відбивання. Кут Брюстера. Зсув фаз при відбиванні.	2	2	
5	<b>Лекція 5.</b> Повне внутрішнє відбивання. Граничний кут. Хвилі біля межі поділу середовищ. Коефіцієнти відбивання та зсув фаз при повному внутрішньому відбиванні.	2		
6	<b>Лекція 6.</b> Поширення електромагнітних хвиль в поглинаючих середовищах. Показники поглинання та заломлення. Коефіцієнти поглинання та відбивання. Закон Бугера.		2	
7	<b>Лекція 7.</b> Геометрична оптика. Граничний перехід від хвильової оптики до геометричної. Принцип Ферма. Заломлення променів на сферичній поверхні. Параксіальне наближення. Теорема Лагранжа-Гельмгольца. Типи лінз. Формула тонкої лінзи. Властивості центрованих оптичних систем. Кардинальні елементи оптичної системи. Додавання ідеальних оптичних систем. Товста лінза як оптична система. Оптична система ока, лупи, телескопа і мікроскопа. Діафрагми оптичних систем. Явище вінієнтування.			
8	<b>Лекція 8.</b> Квазімонохроматичне світло. Суперпозиція двох різночастотних коливань (биття). Хвильовий пакет. Фазова та групова швидкості. Амплітудно модульовані хвилі. Хвильовий цуг та його спектр. Ступінь	2	2	

	монохроматичності. Спонтанне випромінювання атома. Природний контур спектральної лінії. Розширення контурів спектральних ліній.			
9	<b>Лекція 9.</b> Інтерференція світла. Принцип суперпозиції, когерентність хвиль. Інтерференція двох монохроматичних хвиль. Ширина полос. Інтерференція монохроматичних хвиль від двох точкових джерел. Вплив фазових співвідношень. Форма полос та порядок інтерференції.	2		
10	<b>Лекція 10.</b> Інтерференція типу Френеля та типу Ньютона (поділ хвильового фронту та поділ амплитуди. Отримання когерентних хвиль. Дослід Юнга, бідзеркало Френеля, біпризма Френеля, білінза Біє, дзеркало Ллойда, досліди Месліна та Поля. Інтерференція світла в плоскопаралельній пластині. Полоси рівного нахилу. Полоси рівної товщини. Клини, кільця Ньютона. Локалізація інтерференційних смуг.		2	
11	<b>Лекція 11.</b> Просторова та часова когерентність. Інтерференція світла від протяжного монохроматичного джерела. Просторова когерентність. Вплив кутових розмірів джерела на видність інтерференційної картини. Інтерференція немонохроматичного світла. Часова когерентність. Довжина та час когерентності. Функція видності інтерференційної картини для цугу скінченної довжини. Функція кореляції та просторово-часова когерентність. Комплексна ступінь когерентності. Зв'язок функції кореляції зі спектром сигналу. Теорема Ван-Ціттера-Церніке.		2	

### *Змістовий модуль 2*

12	<b>Лекція 12.</b> Застосування двопрменевої інтерференції. Інтерферометри Майкельсона, Жамена, Маха-Цендера, Тваймана-Гріна, Саньяка. Просвітлення оптики. Інтерференційні дзеркала та фільтри. Основи Фур'є спектроскопії. Лазерні гіроскопи.	2	2	
13	<b>Лекція 13.</b> Багатопроменева інтерференція. Багатопроменева інтерференція в плоскопаралельній пластині. Формула Ейрі. Інтерферометр Фабрі-Перо. Розподіл інтенсивності в інтерференційній картині, форма полос, спектральний інтервал, ширина лінії, роздільна здатність. Основи голографії. Запис та відтворення голограмного зображення.	2		
14	<b>Лекція 14.</b> Дифракція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Спіраль Френеля. Дифракція та круглому отворі та круглому екрані. Дослід Поля. Зонна пластинка Френеля, положення її фокусів. Дифракція Френеля на краю прямолінійного екрана. Спіраль Корню. Розподіл інтенсивності при дифракції від щілини та непрозорої полоски.	2	2	

15	<b>Лекція 15.</b> Дифракція Фраунгофера. Дифракція Фраунгофера на одній щілині, прямокутному та круглому отворах. Дифракція на двох щілинах. Інтерферометр Релея.	2	2	
16	<b>Лекція 16.</b> Дифракційні ґратки. Розподіл інтенсивності. Дисперсія, вільний спектральний діапазон та роздільна здатність дифракційної ґратки. Оптичні схеми спектральних пристроїв. Типи призм, їх дисперсія та роздільна здатність. Роздільна здатність телескопа та мікроскопа. Мікроскопія фазового контрасту.	2		
17	<b>Лекція 17.</b> Поглинання та дисперсія світла. Класична теорія дисперсії. Формули Зельмейра та Коші. Нормальна та аномальна дисперсія. Молекулярна оптика. Молекулярне розсіювання світла. Розсіювання в неоднорідному середовищі. Ефект Тіндала. Релеєвське розсіювання світла та його основні закономірності. Формула Релея. Комбінаційне розсіювання світла та його основні закономірності. Розсіювання Мандельштама-Бріллюена.	2	2	
18	<b>Лекція 18.</b> Поширення світла в анізотропних середовищах. Явища дихроїзму та подвійного променезаломлення. Тензор діелектричної проникності. Еліпсоїд хвильових нормалей та променів. Одновісні та двовісні кристали. Застосування принципу Гюйгенса для кристалів з однією віссю. Головна площина. Звичайний та незвичайний промені. Штучна анізотропія. Явища Керра, Поккельса, Зеємана. Обетання площини поляризації.	2		
19	<b>Лекція 19.</b> Рівноважне випромінювання. Закон Кірхгофа. Формула Планка та її зв'язок з формулами Віна, Релея-Джинса та законом Стефана-Больцмана. Застосування законів теплового випромінювання. Оптична пірометрія.	2	2	
20	<b>Лекція 20.</b> Фотоефект та його закономірності. Рівняння Ейнштейна. Гіпотеза світлових квантів. Лазери, принцип дії та основні складові елементи. Розповсюдження світла в середовищі з інверсним заселенням рівнів. Основні характеристики лазерного випромінювання.	2	2	
21	<b>Лекція 21.</b> Елементи нелінійної оптики. Нелінійна поляризація діелектрика. Явище насичення поглинання в сильному світловому полі. Явище самофокусування, каналізація променів, світловий пробій. Генерація другої оптичної гармоніки.	2	2	
<b>ВСЬОГО</b>		<b>42</b>	<b>30</b>	

\*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

**Загальний обсяг 210 год.**, в тому числі:

Лекцій – **44 год.**

Лабораторних робіт - **30 год.**

Практичні заняття - **30 год.**  
Самостійна робота - **105 год.**

## **9. Рекомендовані джерела:**

### **Основна:**

1. Білий М.У., Скубенко А.Ф. Загальна фізика. Оптика, Київ, Вища школа, 1987, 376 с.
2. Кучерук І. М., Горбачук І. Т.; за ред. Кучерука І. М., Загальний курс фізики. Том 3. Оптика. Квантова фізика. К.: Техніка, 1999.-520 с.
3. Born, M., & Wolf, E. (1999). Principles of Optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light (7th ed.). Cambridge University Press.
4. Hecht, E. (2002). Solutions to Problems in "Optics" (4th ed.). Pearson Education.
5. Smith, W. J. (2007). Modern Optical Engineering (4th ed.). McGraw-Hill Education.
6. Malacara-Hernández, D., & Malacara-Hernández, Z. (2019). Handbook of Optical Design (3rd ed.). CRC Press.

### **Додаткова:**

1. Боровий М.О., Оліх О.Я., Цареградська Т.Л., Овсієнко І.В., Подолян А.О., Козаченко В.В. Загальна фізика для хіміків. Збірник задач. Частина 3. Оптика, елементи квантової механіки, атомної та ядерної фізики. Вінниця. ТОВ «Твори» 2022. – 185 с.
2. Американський інститут фізики (AIP) <http://scitation.aip.org/>
3. SPIE Digital Library: <http://spiedigitallibrary.org/>

## **10. Додаткові ресурси :**

1. Американський інститут фізики (AIP) <http://scitation.aip.org/>
2. SPIE Digital Library: <http://spiedigitallibrary.org/>