

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова
Кафедра експериментальної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор науково-педагогічної роботи
О.В.Запорожченко
2020 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОПТИКА

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти перший рівень (бакалавр)

Галузь знань 10 – природничі науки
(шифр і назва)

Спеціальності 014-середня освіта (фізика); 104-фізика та астрономія;
105 – прикладна фізика та наноматеріали
(шифр і назва)

Освітні програми середня освіта (фізика); фізика та астрономія; прикладна
фізика та наноматеріали

Вид дисципліни дисципліни циклу фундаментальної /професійної підготовки

Факультет математики, фізики, та інформаційних технологій
(назва факультету)

2020 / 2021 навчальний рік

Робочу програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробник робочої програми:
доктор фізико-математичних наук, професор Ваксман Ю.Ф.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри експериментальної фізики
Протокол № 1 від "31" серпня 2020 року

Завідувач кафедри


_____ (підпис)

Сминтина В.А.
(прізвище та ініціали)

Робочу програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:

Протокол № 1 від " 3 " вересня _____ 2020 року

Голова НМК


_____ (підпис)

Ніцук Ю.А.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Робоча програма навчальної дисципліни «Оптика» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (освітньо-професійного) рівня вищої освіти: бакалавр середньої освіти (фізика), бакалавр фізики та астрономії, бакалавр з прикладної фізики та наноматеріалів. Галузі знань: 01-Освіта, 10 – Природничі науки.

Спеціальності: 014-середня освіта (фізика), 104-Фізика та астрономія; 105 – Прикладна фізика та наноматеріали.

Освітньо-професійні програми: Середня освіта (фізика), Фізика та астрономія; Прикладна фізика та наноматеріали.

1. Опис навчальної дисципліни

2. 1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є:

ознайомлення студентів з існуючими теоріями щодо природи світла, законами його випромінювання і поширення у просторі, особливостями взаємодії з ізотропними і анізотропними тілами/середовищами, методами вимірювання оптичних характеристик, методами оптичних досліджень та способами розв'язування задач з оптики.

Засвоєння дисципліни «Оптика» є умовою для подальшого засвоєння дисциплін циклу професійної підготовки, успішного виконання експериментальної наукової та педагогічної (фізика) роботи.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

формування у студентів матеріалістичного світогляду, вміння використовувати фізичні закони для пояснення явищ природи, застосовувати закони і явища оптики на практиці. Вивчення дисципліни передбачає отримання знань та вмінь, які необхідні бакалавру в його майбутній професійній діяльності.

Інтегральні компетентності (ІК):

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані практичні завдання в галузі середньої освіти, що передбачає застосування концептуальних методів освітніх наук, психології, теорії та методики навчання і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах середньої освіти (014);

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується комплексністю та невизначеністю умов (104);

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної фізики та наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії й характеризується комплексністю та невизначеністю умов (105).

Загальні компетентності (спеціальність 014-середня освіта):

ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК4. Здатність працювати в команді.

ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК7. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК12. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК14. Здатність до самоаналізу, самооцінки, самокритичності, самореалізації та самовдосконалення.

Спеціальні (предметні) компетентності (спеціальність 014-середня освіта):

ПК1. Здатність використовувати систематизовані теоретичні й практичні знання з фізики та методики навчання фізики у вирішенні професійних завдань.

ПК4. Здатність доцільно і критично застосовувати фізичні поняття, закони, принципи, теорії у поєднанні з необхідним математичним інструментарієм для пояснення фізичних явищ і процесів з використанням сучасних засобів навчання.

ПК5. Здатність до організації та проведення шкільного фізичного експерименту із застосуванням всіх його видів в освітньому процесі з фізики.

ПК6. Здатність розв'язувати задачі курсу фізики різного рівня складності та пояснювати їх розв'язання учням.

ПК7. Здатність до організації та проведення позакласної та позашкільної роботи з фізики в базовій середній школі та закладах позашкільної освіти учнівської молоді.

ПК8. Здатність до самостійної експериментальної діяльності з фізики та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.

Загальні компетентності(спеціальність 104-фізика та астрономія):

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K04. Здатність бути критичним і самокритичним.

K05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

K07. Навички здійснення безпечної діяльності.

K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)(спеціальність 104-фізика та астрономія):

K16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

K18. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

K19. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

K24. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

K25. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

K26. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

K27. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.

K28. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

Загальні компетентності(спеціальність 105-прикладна фізика та наноматеріали):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

9. Здатність працювати автономно.

10. Навички здійснення безпечної діяльності.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)(спеціальність 105-прикладна фізика та наноматеріали):

7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

1.3. Кількість кредитів 9.

1.4. Загальна кількість годин 270.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Дисципліна циклу фундаментальної/ професійної підготовки
Денна форма навчання
Рік підготовки
2-й
Лекції
54 год.
Практичні/семінарські
54 год.
Лабораторні
60 год.
Самостійна робота
102 год.
У тому числі індивідуальні завдання
8 год.

1.6. Заплановані результати навчання:

Згідно з освітньо-професійною програмою «Загальна освіта (фізика)» спеціальності 014-середня освіта (фізика) студенти можуть досягти наступних результатів навчання:

РН3. Знає та розуміє принципи, сучасні методи, основні методичні прийоми, форми організації навчання певного предмету в закладах загальної середньої освіти (рівень базової середньої освіти).

РН5. Оперує базовими категоріями та поняттями спеціальності.

РН7. Добирає і застосовує сучасні освітні технології для формування в учнів предметних компетентностей та здійснює самоаналіз ефективності уроків.

ПРН1. Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку.

ПРН2. Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.

ПРН17. Демонструє знання та розуміння основ астрономії, загальної та теоретичної фізики.

Згідно з освітньо-професійною програмою «Фізика та астрономія» спеціальності 104 – «Фізика та астрономія» студенти можуть досягти наступних результатів навчання:

ПР01. Знати, розуміти та вміти застосовувати 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 та/або астрономії.

ПР03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПР08. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.

ПР09. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.

ПР22. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.

ПР23. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.

Згідно з освітньо-професійною програмою «Прикладна фізика та наноматеріали» спеціальності 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали» студенти можуть досягти наступних результатів навчання:

Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

Р06. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

2 рік

Розділ 1. Електромагнітні хвилі оптичного діапазону.

Тема 1. Вступ. Оптичний діапазон шкали електромагнітних хвиль.

Історія розвитку уявлень щодо природи світла. Сучасні напрями розвитку оптичної науки. Характеристика оптичного діапазону шкали електромагнітних хвиль.

Тема 2. Електромагнітні хвилі.

Хвильове рівняння. Плоскі і сферичні хвилі. Структура плоскої електромагнітної хвилі. Перенесення енергії електромагнітною хвилею. Тиск світла. Суперпозиції електромагнітних хвиль. Дослід Вінера. Поляризація електромагнітних хвиль.

Тема 3. Немонохроматичне і хаотичне випромінювання.

Перетворення Фур'є в оптиці. Класична модель випромінювача. Форма ліній випромінювання і поглинання. Механізми розширення спектральних ліній. Модульовані хвилі. Хвильові пакети. Хаотичне світло.

Тема 4. Поширення, заломлення та відбивання світла у ізотропних середовищах.

Відбивання та заломлення світла на межі поділу між діелектриками. Формули Френеля. Повне відбивання світла. Поширення світла у поглинаючому середовищі. Поширення світла у провідниках. Нормальна і аномальна дисперсія світла.

Тема 5. Поширення світла у анізотропних середовищах.

Діелектрична проникність анізотропного середовища. Поширення плоскої електромагнітної хвилі у анізотропному середовищі. Подвійне променезаломлення. Поляризаційні прилади. Одержання еліптично поляризованого світла. Обертання площини поляризації. Штучна анізотропія речовин.

Тема 6. Фотометрія.

Фотометричні величини та методи їх вимірювання. Розв'язування задач на розрахунок фотометричних величин.

Тема 7. Геометрична оптика.

Заломлення і відбивання світла на сферичній поверхні. Центрована оптична система та її кардинальні елементи. Розрахунок параметрів товстої лінзи. Складні центровані оптичні системи. Аберації оптичних систем.

Розділ 2. Хвильова оптика.

Тема 8. Інтерференція світла.

Суперпозиція когерентних хвиль. Двопроменева інтерференція, здійснювана поділом амплітуди світлової хвилі. Двопроменева інтерференція, здійснювана поділом хвильового фронту. Часова і просторова когерентність світла. Основи Фур'є спектроскопії. Інтерференція в тонких плівках. Інтерференція поляризованого світла. Просвітлення оптики. Інтерференційні дзеркала. Багатоприменева інтерференція. Багатоприменеві інтерферометри.

Тема 9. Дифракція світла.

Метод зон Френеля. Дифракція Френеля. Дифракція Фраунгофера на щілині і дифракційній ґратці. Дифракційна ґратка як спектральний прилад. Дифракція на гармонічно неперервних структурах. Дифракція світла на просторових ґратках. Фізичні основи голографії.

Тема 10. Розсіяння світла.

Релейове розсіяння світла. Особливості розсіяння Мі. Розсіяння Мандельштама - Бріллюена. Комбінаційне розсіяння світла.

Розділ 3. Квантова оптика.

Тема 11. Квантові властивості світла.

Класичні закони теплового випромінювання. Формула теплового випромінювання Планка. Світлові кванти. Виведення формули Планка. Фотоелектричний ефект. Комптонове розсіяння світла. Люмінесценція.

Тема 12. Оптичні підсилювачі і квантові генератори світла.

Оптичні підсилювачі. Оптичні квантові генератори (лазери). Властивості лазерного випромінювання. Характеристики деяких типів лазерів.

Тема 13. Нелінійна оптика.

Нелінійна поляризованість середовища. Ефекти нелінійної оптики (оптичне детектування, генерація гармонік, самофокусування світла, параметрична генерація). Багатофотонне поглинання світла.

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	Усього	Лекції	Практ.	Лаб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Електромагнітні хвилі оптичного діапазону						
1.Вступ. Оптичний діапазон шкали електромагнітних хвиль.	8	1	-	6	-	1
2.Електромагнітні хвилі.	19	5	2	6	-	6
3.Немонохроматичне і хаотичне випромінювання.	18	4	2	6	-	6
4.Поширення, заломлення та відбивання світла у ізотропних середовищах.	22	6	6	4	-	6
5.Поширення світла у анізотропних середовищах.	24	6	4	4	-	10
6.Фотометрія.	18	-	8	-	-	10
7.Геометрична оптика	22	-	8	4	-	10
Розділ 2. Хвильова оптика.						
8.Інтерференція світла.	33	8	7	8	-	10
9.Дифракція світла.	30	8	6	6	-	10
10.Розсіяння світла.	13	-	3	-	-	10
Розділ 3. Квантова оптика						
11.Квантові властивості світла.	32	6	4	12	-	10
12.Оптичні підсилювачі і квантові генератори світла.	18	4	2	4	-	8
13.Нелінійна оптика.	13	6	2	-	-	5
Усього годин	270	54	54	60	-	102

5.Теми практичних занять

- Фотометрія.
- Геометрична оптика.
- Електромагнітні хвилі.
- Немонхроматичне і хаотичне випромінювання
- Поширення світла у ізотропних середовищах. Розв'язування задач з застосуванням формул Френеля.
- Поширення світла у анізотропних середовищах. Побудови Гюйгенса ходу променів у анізотропних кристалах.
- Інтерференція світла. Розрахунок інтерференційних схем.
- Дифракція світла. Дифракційні задачі Френеля і Фраунгофера.
- Розсіяння світла.
- Квантові властивості світла. Розв'язування задач на закони теплового випромінювання, фотоефект.
- Оптичні підсилювачі і квантові генератори світла. Розв'язування задач.
- Нелінійна оптика. Розв'язування задач.

6. Теми лабораторних занять

- Визначення показника заломлення скла за допомогою гоніометра.
- Кількісний спектральний аналіз за допомогою стилометра.
- Кількісний спектральний аналіз (фотографічний метод).
- Вивчення спектрографа. Дисперсія скла в області прозорості.
- Дослідження явища Брюстера.
- Вивчення явища поляризації світла.
- Визначення довжини хвилі за методом кілець Ньютона.
- Дослідження інтерференції в біпризмі Френеля.
- Визначення показника заломлення рідин і газів за допомогою інтерферометра Релея.
- Вивчення дифракції на дифракційній ґратці.
- Дослідження люмінесценції. Закон Стокса.
- Закони теплового випромінювання. Оптичний пірометр.
- Дослідження фотоефекта.
- Вивчення роботи газового лазера.

7. Завдання для самостійної роботи

1. Підготовка теоретичного матеріалу за темами лекцій та практичних занять:

- Фотометрія. Фотометричні величини та методи їх вимірювання. Розв'язування задач на розрахунок фотометричних величин.
- Геометрична оптика. Заломлення і відбивання світла на сферичній поверхні. Центрована оптична система та її кардинальні елементи. Складні центровані системи. Розрахунок параметрів товстої лінзи. Аберации оптичних систем.
- Немонохроматичне випромінювання. Хвильовий пакет. Групова швидкість. Формула Релея.
- Поширення світла у ізотропних середовищах. Виведення формул Френеля.
- Поширення світла у провідниках.
- Поширення світла у анізотропних середовищах. Еліпсоїд хвильових нормалей Френеля.
- Одержання еліптично поляризованого світла.
- Обертання площини поляризації оптично активними середовищами.
- Розсіяння світла. Релейове розсіяння світла. Особливості розсіяння Мі. Розсіяння Мандельштама - Бріллюена. Комбінаційне розсіяння світла.
- Інтерференція світла.
- Інтерференція поляризованого світла.
- Багатопробеневі інтерферометри.
- Дифракція світла. Дифракція на просторових ґратках.
- Дифракція світла на гармонічно неперервних структурах.
- Квантові властивості світла.
- Комптонове розсіяння світла.
- Люмінесценція. Закон Стокса.
- Характеристики гелій-неонового і рубінового лазерів.
- Нелінійна оптика.

2. Підготовка до лабораторних робіт та складання звітів.

7. Індивідуальні завдання

Теми індивідуальних занять:

- Методи вимірювання фотометричних величин.

- Побудови Гюйгенса в одновісних кристалах.
- Розрахунок дифракційної картини від дифракційних ґраток.
- Практичне застосування люмінесценції.
- Особливості роботи газових лазерів.
- Перспективи застосування явищ нелінійної оптики.

8. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

Під час лабораторних та практичних занять використовуються наступні методи навчання: частково-пошуковий, або евристичний метод; дослідницький метод.

Під час самостійної роботи використовуються наступні методи навчання: частково-пошуковий, дослідницький метод.

9. Методи контролю

Формами контролю навчальних здобутків студентів можуть бути поточний контроль: конспект з лекцій, практичних занять; оцінка активності роботи на лекціях, практичних заняттях; аудиторне поточне опитування; звіт за виконаною лабораторною роботою, домашні завдання та підсумковий семестровий контроль (екзамен). Бали для оцінки знань студентів за поточний контроль розраховуються таким чином:

№	Вид роботи	Форма контролю	Число балів
1.	Лекції	Контрольні роботи	20
2	Практичні заняття	Контрольні роботи	30
2.	Лабораторні роботи	Поточний контроль. Звіти за виконання робіт	5 15
3.	Сума		70

10.Схема нарахування балів

Форма поточного контролю					Екзаменаційна робота	Сума
Підсумкові бали за поточний контроль	Звіти за лабораторні роботи	Контрольні роботи		Разом		
		Лекції	Практ.			
5	15	20	30	70	30	100

11. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Підсумковий семестровий контроль (екзамен) проводиться у письмовій формі. Екзаменаційний білет містить три теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 10 бальною шкалою.

Критерії оцінювання теоретичного питання:

- повна розгорнута відповідь – 10 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 7 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 6 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;

- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 5 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Кількість балів, що студент отримав на екзамені, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12. Рекомендована література Перелік навчально-методичної літератури

1. Основна література

1. **Ваксман Ю.Ф.** Оптика // Одеса: Астропринт.-2001.-320с.
2. **Сминтина В.А., Ваксман Ю.Ф.** Оптика.-Одеса:Астропринт.-2012.-276с.
3. Бутиков Е.И. Оптика // М.: Высш.шк..-1986.-512с.
4. Годжаев Н.М. Оптика // М.: Высш.шк..-1977.-432с.
5. Матвеев А.Н. Оптика // М.: Высш.шк..-1985.-351с.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика // М.: Наука.-1980.-752с.
7. Иродов И.Е. Задачи по физике //М.: Наука.-1979.-368с.

Додаткова

1. Горбань І.С. Оптика // К.: Вища шк..-1979.-224с.
2. Григоров В.І., Коротков П.А., Хижняк А.І. Лазерна фізика // К.: МП Леся.-1997.-480с.
3. Ландсберг Г.С. Оптика // М.: Наука.-1976.-928с.

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

1. www.phys.spbu.ru/library/studentlectures/krylov/optikaforpmf/,
2. lectoriy.mipt.ru/course/Physics-Optics-09L,
3. zffft.kpi.ua/images/library/Irodov3.pdf,exir.ru/5/info.htm,genphys.phys.msu.ru/rus/edu/opt/Zad_opt.pdf,
4. uchifiziku.ru/2013/06/11/geometricheskaya-optika-primery-resheniya-zadach/,
5. physfak.org > Факультет радіофізики (учебные материалы для студентов),
6. physfak.org > Кафедра фізики БНТУ.

