

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

фізичний
(назва факультету)

Кафедра теоретичної фізики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Оптика одновимірних періодичних структур
(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10. Природничі науки
(цифра і назва)
спеціальність 104. Фізика та астрономія
(цифра і назва спеціальності)
освітній рівень магістр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма квантові комп'ютери, обчислення та інформація
(назва освітньої програми)
спеціалізація _____
(за наявності) (назва спеціалізації)
вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання	<u>очна</u>
Навчальний рік	<u>2022/2023</u>
Семестр	<u>2</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>іспит</u>

Викладачі: Ледней М.Ф.

Пролонговано: на 2022/2023 н.р. _____ (_____) « » 20 р.
(цифра, рік, місяць)

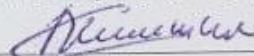
на 20 /20 н.р. _____ (_____) « » 20 р.
(цифра, рік, місяць)

Розробник(и): Ледней М.Ф., доцент, докт. фіз.-мат. наук, доцент кафедри теоретичної фізики

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної фізики


(підпис)

(Решетняк В.Ю.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 19 від « 27 » травня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету/інституту (педагогічною радою коледжу) _____

Протокол від « 10 » серпня 2022 року № 11

Голова науково-методичної комісії _____


(підпис)

(Олійко О.В.)
(прізвище та ініціали)

Голова педагогічної ради *(для коледжів)*

« _____ » _____ 20__ року

1. Мета дисципліни — ознайомити студентів з оптичними явищами в одновимірних періодичних структурах та теоретичними методами їх дослідження. Засвоєння дисципліни є необхідною передумовою для подальшої наукової роботи. У сучасних умовах розвитку наукових досліджень та технічних застосувань кожний науковий співробітник та інженер-дослідник повинен знати фізичні основи поширення електромагнітного випромінювання в анізотропних та нелінійних середовищах.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Знати фізичні та математичні дисципліни на рівні, що відповідає кваліфікації „бакалавр фізики”. Для оволодіння дисципліною необхідні знання з курсів фізики, зокрема „Механіки”, „Електродинаміки”, „Оптики”, „Квантової механіки”, “Методів математичної фізики”, “Теорії диференціальних та інтегральних рівнянь”, „Термодинаміки і статистичної фізики”, “Теорії твердого тіла”.

Вміти застосовувати попередні знання з курсів математичного аналізу, математичної фізики, основ векторного і тензорного аналізу, теорії диференціальних та інтегральних рівнянь, курсів теоретичної фізики, зокрема квантової механіки та статистичної фізики, для дослідження оптичних явищ в одновимірних періодичних структурах.

Володіти навичками математичних перетворень, постановки та розв’язування фізичних задач на рівні, що відповідає кваліфікації „бакалавр фізики”; пошуку необхідної довідкової інформації в довідниках фізичних величин і мережі Internet.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Нормативна дисципліна “Оптика одновимірних періодичних структур” є обов’язковою компонентою освітньо-наукової програми “Квантові комп’ютери, обчислення та інформація” циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “Магістр фізики” та необхідною для вивчення інших фізичних дисциплін. Навчальний курс “Оптика одновимірних періодичних структур” — це частина сучасного курсу квантової електроніки, а саме та частина, яка вивчає поширення лазерного випромінювання в анізотропних та нелінійних середовищах. На сучасному етапі розвитку фізичної науки відбувається стрімке втілення лазерів у науку і техніку. Для багатьох практичних застосувань необхідні пристрої, керуючі просторовими і часовими характеристиками лазерного випромінювання. Для створення таких пристроїв широко використовуються анізотропні середовища, зокрема кристали, які володіють електрооптичними та акустичними нелінійними властивостями. У межах курсу “Оптика одновимірних періодичних структур” у простій і зрозумілій формі проводиться виклад фізичних основ поширення електромагнітного випромінювання в анізотропних та нелінійних середовищах. Розглядаються фізичні принципи створення конкретних пристроїв електрооптики, інтегральної оптики та пристроїв, які використовують нелінійні властивості середовища.

Методи викладання: лекції, самостійна робота студентів.

Методи оцінювання: опитування в процесі занять, контрольні роботи після основних розділів курсу, захист написаних рефератів, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (40%) та іспиту (60%). Викладається на фізичному факультеті в 2 семестрі на 1 курсі магістратури в обсязі 90 годин (3 кредити ECTS), з них 30 годин лекцій і 60 годин самостійної роботи студентів; складається з 2 змістових модулів (ЗМ); форма підсумкового контролю — іспит.

4. Завдання (навчальні цілі) — засвоєння студентами теоретичних методів дослідження оптичних явищ в одновимірних періодичних структурах. На сучасному етапі розвитку технологій оцінити характеристики оптичних пристроїв і зрозуміти їх обмеження можна лише, якщо добре вивчити особливості поширення електромагнітного випромінювання в анізотропних та нелінійних середовищах. Такі знання дозволяють конструювати нові пристрої для керування лазерним випромінюванням. Тому основна увага навчального курсу зосереджена на викладі фундаментальних основ. Також завданням курсу є розвиток у студентів здатності вчитися і оволодівати сучасними знаннями з курсів теоретичної фізики, здатності до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, в тому числі, електронних ресурсів, та здатності студентів до абстрактного мислення, аналізу та синтезу матеріалу з всіх фізичних дисциплін.

Оволодіння навчальною дисципліною вимагає від студентів поглиблення вже отриманих в межах університетської програми знань за предметами: загальна фізика, методи математичної фізики, електродинаміка суцільних середовищ, квантова механіка, теорія твердого тіла. У зв'язку зі все більш глибоким впровадженням у науку і техніку лазерів основні положення дисципліни носять прикладний характер.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти (восьмий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП "Квантові комп'ютери, обчислення та інформація", дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:
інтегральної:

- 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 складністю та невизначеністю умов.
загальних:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК01).
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК02).
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК03).
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК04).
- Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології (ЗК05).
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК06).
- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК07).

фахових:

- Здатність використовувати закони та принципи фізики та астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ (СК01).
- Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем в області фізики (СК02).
- Здатність презентувати результати проведених досліджень, а також сучасні концепції фізики фахівцям і нефаківцям (СК03).
- Здатність комунікувати із колегами усно і письмово державною та англійською мовами щодо наукових досягнень та результатів досліджень в області фізики (СК04).
- Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики й дотичних до них міждисциплінарних областях (СК05).
- Здатність ефективно використовувати на практиці сучасні теорії та методи управління наукою та ділового адміністрування (СК09).
- Вміти використовувати математичний апарат теоретичної фізики, фізичні моделі, прийоми аналізу достовірності фізичних моделей для розв'язання фізичних задач у фотоніці, теоретичній фізиці, комп'ютерних технологіях та для опрацювання квантової інформації (СК10).

наукових результатів з обраного напрямку фізики, оприлюднених у формі публікацій чи усної доповіді.								
5. РН08. Презентувати результати досліджень у формі доповідей на семінарах, конференціях тощо, здійснювати професійний письмовий опис наукового дослідження, враховуючи вимоги, мету та цільову аудиторію.								
6. РН09. Аналізувати та узагальнювати наукові результати з обраного напрямку фізики, відслідковувати найновіші досягнення в цьому напрямі, взаємодіючи спілкуючись із колегами.								
7. РН10. Відшукувати інформацію і дані, необхідні для розв'язання складних задач фізики та астрономії, використовуючи різні джерела, наукові видання, наукові бази даних тощо, оцінювати та критично аналізувати отримані інформацію та дані.								
8. РН11. Застосовувати теорії, принципи і методи фізики для розв'язання складних міждисциплінарних наукових і прикладних задач.								
9. РН13. Створювати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі природних об'єктів та явищ, перевіряти їх адекватність, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, аналізувати обмеження.	+	+	+	+	+	+	+	+
10. РН16. Брати продуктивну участь у виконанні експериментальних та теоретичних досліджень в області фізики.	+	+	+	+	+	+	+	+
11. РН17. Проводити теоретичні та експериментальні дослідження оптичних та електричних властивостей кристалів, напівпровідникових та металевих наночастинок.								
12. РН20. Проводити комп'ютерні розрахунки при дослідженні фізичних явищ квантової інформатики у фотоніці та наноелектроніці.	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки:

7.1 Форми оцінювання студентів: (азначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Min. – рубіжної та Max. кількості балів чи відсотків)

- семестрове оцінювання

Під час **поточного** контролю (ПК) розуміння матеріалу дисципліни перевірятиметься шляхом розв'язування задач, які будуть задані на самостійну роботу. Розв'язки цих задач будуть обговорюватися, аналізуватися та перевірятися на лекційних заняттях. Виконання завдань повинно бути свідомим, копіювання робіт інших студентів не зараховується. За виконання всіх завдань змістових модулів протягом семестру студент може отримати наступні бали:

1. Модульна контрольна робота №1 — 10 балів.
2. Модульна контрольна робота № 2 — 10 балів.
3. Самостійна робота над задачами протягом семестру — 15 балів.
4. Реферати, доповіді, усні відповіді — 5 балів.

- підсумкове оцінювання у формі іспиту

Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі *іспиту*. Оцінка виставляється за результатами письмових робіт. Під час іспиту оцінюються загальні результати вивчення всього навчального курсу.

	ЗМ1	ЗМ2	іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>36</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>60</u>	<u>100</u>

На іспиті студент може максимально отримати **60 балів**. Оцінка за іспит не може бути меншою **36 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше **24 балів**. Умови допуску до іспиту наступні:

- здати розв'язки не менше 50 % обов'язкових задач, що виносяться на самостійну роботу;
- пройти письмову перевірку знань та розумінь основних означень та формул.

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

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами під час самостійної роботи. Студент може отримати максимально 20 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, реферати, доповіді, доповнення на лекційних заняттях. Модульний контроль включає 2 модульні контрольні роботи. Студент може отримати максимально за модульні контрольні роботи 20 балів (по 10 балів за кожен модульну контрольну роботу). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі іспиту в другому семестрі (60 балів). Екзаменаційний білет включає 2 теоретичних питання (по 20 балів кожне) та 1 завдання (20 балів).

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій, практичних занять та самостійних робіт

II СЕМЕСТР

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	семінар и/ лаборат , практич н	самос т. робот а	Інші форм и контр .
Змістовий модуль 1					
1	Вступ. Методи побудови розв'язків хвильового рівняння в одновимірних періодичних структурах. Метод Флоке—Блоха.	2		4	
2	Метод інтегрального рівняння. Борнівське наближення - багатохвильова дифракція Рамана—Ната.	2		4	
3	Двохвильова динамічна теорія дифракції - дифракція Брегга.	2		2	
4	Зв'язок динамічної теорії дифракції з теорією зв'язаних хвиль і умови застосування останньої.	2		4	
5	Теорія зв'язаних хвиль.	2		4	
6	Застосування модифікованої теорії зв'язаних хвиль в майже періодичних і нелінійних періодичних середовищах.	2		4	
7	Фотонні кристали. Закон дисперсії і зонна структура одновимірних фотонних кристалів.	2		4	
8	Поширення світла в фотонних кристалах: метод матриць поширення.	2		4	
9	Поширення світла в фотонних кристалах: метод ефективного середовища для розрахунку відбиття і пропускання світла обмеженими кристалами.	2		4	
	Модульна контрольна робота № 1			2	
Змістовий модуль 2					
10	Періодичні хвилеводи. Моді діелектричного хвилевода.	2		2	
11	Теорія зв'язаних мод хвилевода.	2		4	
12	Рів'язок для зв'язаних мод у періодичному хвилеводі.	2		4	
13	Фоторефрактивні кристали. Фоторефрактивна нелінійна оптика. Електрооптичні ефекти. Фоторефрактивний ефект.	2		4	
14	Зонна транспортна модель. Поле просторового заряду. Стаціонарні розв'язки.	2		4	
15	Об'ємні фоторефрактивні ґратки. Двохвильова оптична взаємодія когерентних лазерних пучків	2		4	

	на фоторефрактивній ґратці.				
	Модульна контрольна робота № 2			2	
	ВСЬОГО	30		60	

Загальний обсяг 90 год., в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – **30 год.**

Семінари – ___ год.

Практичні заняття - ___ год.

Лабораторні заняття - ___ год.

Тренінги - ___ год.

Консультації - ___ год.

Самостійна робота – **60 год.**

9. Рекомендована література:

Основна

1. А. Ярив, П. Юх. Оптические волны в кристаллах.- М., Мир, 1987.
2. P. Yeh. Introduction to photorefractive nonlinear optics.- Wiley, New York, 1993.
3. Photorefractive Optics. Materials, Properties, and Applications. – Ed. F.Yu and S.Yin, Academic Press, 2000.
4. Photorefractive Materials and their Applications 1. Basic Effects.- Springer, 2006.
5. J. Frejlich. Photorefractive Materials. Fundamental Concepts, Holographic Recording and Materials Characterization. - Wiley, New Jersey, 2007.
6. J.D. Joannopoulos, R.D. Meade, and J.N. Winn. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. Princeton: Princeton University Press, 1995.

Додаткова

1. В.Г. Веселаго. Электродинамика веществ с одновременно отрицательными ϵ и μ УФН, т.92, N3, с.517-526, 1967.
2. J.B. Pendry, D.R. Smith. Reversing light with negative refraction. Physics Today, p.37-43, June 2004.
3. Ari Sihvola. Metamaterials in electromagnetics. Metamaterials, v.1, p.2-11, 2007.
4. С.Ю. Карпов, С.Н. Столяров. Распространение и преобразование волн в средах с одномерной периодичностью. УФН, т.163, N1, с.63-89, 1993.