

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МАГНЕТИЗМУ ІМЕНІ В.Г. БАР'ЯХТАРА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
(ІМАГ НАН УКРАЇНИ)**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ІМаг НАН України
член-кор. НАН України

_____Олександр ТОВСТОЛИТКІН
«24» липня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (Силабус)

В3 ВЗАЄМОДІЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ З РЕЧОВИНОЮ

(шифр та назва дисципліни)

для аспірантів

спеціальності 104 (Е5) Фізика та астрономія

третього освітнього (освітньо-
наукового) рівня вищої освіти – доктора
філософії

Розробник:

кандидат фіз-мат. наук _____ Сергій МАМІЛОВ
(підпис)

Робочу програму узгоджено науково-методичною радою

Протокол від 23.07.2025р. № 1

Голова науково-методичної ради _____ Ольга САЛЮК
(підпис)

Робочу програму затверджено Вченою радою ІМаг НАН України

Протокол від 24 липня 2025 № 8-25

Голова Вченої ради _____ Олександр ТОВСТОЛИТКІН
(підпис)

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми (керівником освітньої програми): Фізика 25 липня 2025 р.

(назва освітньої програми)

Гарант освітньої програми _____ Ігор ГЕРАСИМЧУК
(підпис)

Пролонговано Вченою радою ІМаг НАН України:

навчальні роки пролонгації	Голова Вченої ради ІМаг НАН України	підпис	№ протоколу, дата протоколу
20____/ 20____			
20____/ 20____			
20____/ 20____			
20____/ 20____			

ВЗАЄМОДІЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ З РЕЧОВИНОЮ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	104 (E5) Фізика та астрономія
Освітня програма	Фізика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	3 кредити: 90 годин (денна: 34 годин – лекції, 26 годин – практичні заняття, 30 години – СРС)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік/МКР
Розклад занять	http://imag.kyiv.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Мамілов Сергій Олександрович
Розміщення курсу	http://imag.kyiv.ua

Програма навчальної дисципліни

Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Опис дисципліни. Програму навчальної дисципліни «Взаємодія випромінювання з речовиною» складено відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладна фізика та наноматеріали» підготовки доктора філософії спеціальності 104(E5) Фізика та астрономія.

Вивчення цілісного курсу фізики сприяє формуванню в аспірантів наукового світогляду і сучасного природничого мислення, а викладання вибраних розділів теоретичної фізики в інституті магнетизму враховує фахову орієнтацію майбутнього науковця. В результаті вивчення дисципліни «Взаємодія випромінювання з речовиною» аспірант повинен знати основні поняття фізики випромінювання, актуальні напрямки її сучасного розвитку; вміти орієнтуватися в сучасних тенденціях розвитку фізики, перспективах практичного застосування сучасних розробок, встановлення взаємозв'язків між різними галузями. Дисципліна дає загальні уявлення про сучасні підходи і методи вивчення процесів взаємодії випромінювання з речовиною. Передбачено контроль якості отриманих знань у опитування на лекціях, розв'язання задач на практичних заняттях та модульної контрольної роботи.

Мета навчальної дисципліни. вивчення і засвоєння фізичних властивостей електромагнітного випромінювання, 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.

Предмет навчальної дисципліни:.

Програмні результати навчання:

Компетентності:

ЗК01. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні наукові проблеми на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням професійної етики та академічної доброчесності.

СК01. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері фізики та/або астрономії, інтегрувати знання з різних галузей, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК02. Здатність відстежувати тенденції розвитку фізики та/або астрономії, їх прикладних застосувань, критично переосмислювати наявні знання та методи фундаментальних та прикладних наукових досліджень.

СК06. Здатність застосовувати сучасні методи, методики, технології, інструменти та обладнання для проведення прикладних та фундаментальних наукових досліджень у галузі фізики та/або астрономії.

Результати навчання:

РН01. Мати сучасні концептуальні та методологічні знання з фізики та/або астрономії та дотичних до них міждисциплінарних напрямів, а також необхідні навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень з метою отримання нових знань та/або здійснення розробок та інновацій.

РН02. Аналізувати та оцінювати стан і перспективи розвитку фізики та/або астрономії, а також дотичних міждисциплінарних напрямів.

РН04. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичних і експериментальних досліджень, математичного моделювання, комп'ютерного експерименту, а також наявні літературні дані.

РН05. Розробляти моделі процесів і систем у фізиці та/або астрономії та дотичних міждисциплінарних напрямках, використовувати їх у науково-дослідницькій діяльності для отримання нових знань та/або створення розробок та інноваційних продуктів.

РН09. Глибоко розуміти загальні принципи та методи природничих наук, а також методологію наукових досліджень, місце фізики в системі наукових знань як методологічної основи природничих, інженерних наук та технологій; застосувати їх у власних дослідженнях у сфері фізики та/або астрономії та у викладацькій діяльності.

РН12. Оцінювати ефективність чисельних методів та розробляти оптимальні алгоритми при комп'ютерному моделюванні фізичних процесів.

Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити. Для успішного засвоєння курсу «Взаємодія випромінювання з речовиною» студент має опанувати наступні дисципліни першого (бакалаврського) рівня: «Математичний аналіз», всі розділи дисципліни «Загальна фізика».

Постреквізити. Навчальна дисципліна «Взаємодія випромінювання з речовиною» є однією з основ формування наукової складової структурно-логічної схеми освітньої програми. Компетентності, знання, уміння та досвід, отримані в процесі вивчення дисципліни «Взаємодія випромінювання з речовиною» є необхідними для якісного виконання наукових досліджень за темою дисертації.

Зміст навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин			
	Всього	У тому числі		
		Лекції	Практичні	СР
Тема 1. Вступна лекція.	2	2	0	0
Тема 2. Основні поняття та характеристики випромінювання.	6	2	2	2
Тема 3. Рівняння Максвелла.	8	4	2	2
Тема 4. Поляризація світла.	6	2	2	2
Тема 5. Поширення електромагнітних хвиль в поглинаючих середовищах.	8	4	2	2
Тема 6. Інтерференція світла.	12	4	4	4
Тема 7. Дифракція світла.	6	2	2	2
Тема 8. Поглинання та дисперсія світла.	12	4	4	4
Тема 9. Квантова оптика.	12	4	4	4
Тема 10. Взаємодія оптичного випромінювання з біологічною тканиною.	8	4	2	2
Тема 11. Рентгенівське випромінювання.	8	2	2	2
Разом	86	34	26	26
МКР	2			2
Залік	2			2
Всього годин	90	34	26	30

Навчальні матеріали та ресурси

Базова література.

1. Курс загальної фізики: підруч. для студ. ВНЗ : у 6 т. / ОНУ ім. І.І. Мечникова; за заг. ред. В. А. Сминтина. – Одеса: Астропринт, 2011. - Т.4 : Оптика / В. А. Сминтина, Ю. Ф. Ваксман. – 2012. – 275 с..
2. Born, Max; Wolf, Emil (1999). Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light (7th expanded ed.). Cambridge: [Cambridge University Press](#). ISBN 0-521-64222-1. OCLC 1151058062.
3. Горбань І.С. Оптика :навчальний посібник для студ. ун-тів /І. С. Горбань. К. : Вища школа, 1979. 224 с.
4. Фізичні основи біомедичної оптики: монографія / С. В. Павлов, В. П. Кожем'яко, П. Ф. Колісник та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 152 с.

Допоміжна література.

5. Загальна фізика у прикладах, запитаннях і відповідях. Оптика : навчальний посібник / В. Ф. Коваленко, І. М. Халімонова, Н. П. Харченко, В. М. Стецюк. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 447 с..
6. Остроухов А.А., Стрижевський В.Л., Цвєлих М.Г., Цященко Ю.П. Розв'язання задач з курсу загальної фізики. Київ: Радянська школа.-1966.-503 с.
7. Чиж, І. Г. Теорія оптичних систем. Підручник [Електронний ресурс] : підручник для студентів/ І. Г. Чиж ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Електронні текстові дані (1 файл: 22,3 Мбайт). - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 426 с. - Назва з екрана.

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття.

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СР)
1	Лекція 1. Взаємодія випромінювання з речовиною – вплив та неруйнівна безконтактна діагностика. Роль оптичних та рентгенівських систем в сучасній фізиці, біофізиці та техніці [1,4].
2	Лекція 2. Основні поняття про випромінювання, корпускулярно-хвильовий дуалізм. Фотон. Основні характеристики випромінювання. Довжина хвилі, частота, потужність, густина потужності. Шкала електромагнітного випромінювання [1-3,5,6].
3	Лекція 3. Рівняння Максвелла. Хвильове рівняння. Одновимірне хвильове рівняння та його аналіз. Швидкість поширення електромагнітних хвиль. [1-3,5,6].
4	Лекція 4. Рівняння Максвелла для електромагнітних хвиль в однорідних діелектриках. Фазова швидкість, хвильовий вектор, абсолютний показник заломлення. Густина та потік енергії. [1-3,5,6].
5	Лекція 5. Поляризація світла. Типи поляризації світла. Сферичні хвилі. Частково поляризоване світло. [1-3,5,6].
6	Лекція 6. Відбивання та заломлення світла на межі поділу двох діелектриків. Поширення електромагнітних хвиль в діелектриках. Формули Френеля. [1-3,5,6].
7	Лекція 7. Поширення електромагнітних хвиль в поглинаючих середовищах. Показники поглинання та заломлення. Коефіцієнти поглинання та відбивання. Закон Бугера. [1-3,5,6].
8	Лекція 8. 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. [1-3,5,6].
9	Лекція 9. Інтерференція типу Френеля та типу Ньютона (поділ хвильового фронту та поділ амплитуди. Отримання когерентних хвиль. Дослід Юнга, бідзеркало Френеля, біпризма Френеля. Інтерференція світла в плоскопаралельній пластині. Полоси рівного нахилу. Полоси рівної товщини. Клин, кільця Ньютона. Локалізація інтерференційних смуг. [1-3,5,6].
10	Лекція 10. Дифракція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Спіраль Френеля. Дифракція та круглому отворі та круглому екрані. Зонна пластинка Френеля, положення її фокусів. Дифракція Френеля на краю прямолінійного екрана. [1-3,5,6].
11	Лекція 11. Поглинання та дисперсія світла. Класична теорія дисперсії. Нормальна та аномальна дисперсія. Релеєвське розсіювання світла та його основні закономірності. Формула Релея. Комбінаційне розсіювання світла та його основні закономірності. Розсіювання Мандельштам-Бріллюена. [1-3,5,6].
12	Лекція 12. Поширення світла в анізотропних середовищах. Явища дихроїзму та подвійного променезаломлення. Тензор діелектричної проникності. Еліпсоїд хвильових нормалей та променів. Одновісні та двовісні кристали. Звичайний та незвичайний промені. Штучна анізотропія. Обетання площини поляризації. [1-3,5,6].
13	Лекція 13. 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. [1-3,5,6].
14	Лекція 14. 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. [1-3,5,6].
15	Лекція 15. Молекулярна оптика. Молекулярне розсіювання світла. Розсіювання в неоднорідному середовищі. Взаємодія оптичного випромінювання з біологічною тканиною. Лазерна хірургія. Лазерна абляція. [1, 4-7].
16	Лекція 16. Взаємодія оптичного випромінювання з артеріальною кров'ю. Фотодисоціація гемоглобінів. Низькоінтенсивна лазерна терапія. [1, 4-7].
17	Лекція 17. Взаємодія рентгенівських променів з речовиною. Явища, що супроводжують проходження рентгенівських променів крізь речовину. Основні рівняння дифракції рентгенівських променів. Рівняння Вульфа-Брегга та його застосування у рентгенографії матеріалів. Загальна характеристика основних методів рентгеноструктурного аналізу. [1-3,5,6].

Самостійна робота аспіранта

З метою чіткої організації самостійної роботи студентів і задля підвищення якості засвоєння навчального матеріалу та вироблення ґрунтовних навичок наукової діяльності пропонуються індивідуальні завдання у формі самостійної підготовки конспектів та рефератів із вибраних тем. Самостійна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	26
2	Підготовка до МКР	2
3	Підготовка до екзамену	2

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- правила відвідування занять (згідно розкладу і згідно загально-інститутського розпорядку);
- правила поведінки на заняттях (активність на практичних заняттях є обов'язковою, бали за активність на практичних заняттях не ставляться, відключення телефонів є обов'язковим);
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів (штрафні бали не призначаються, заохочувальні бали призначаються суворо згідно підрозділу 8 цього силабусу);
- політика дедлайнів та перескладань (згідно загально-інститутського розпорядку);
- політика щодо академічної доброчесності (згідно загально-інститутського розпорядку);

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: опитування за темою заняття, МКР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестрова атестація проводиться у вигляді екзамену. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і інститутська шкала.

Умови допуску до семестрового контролю: відсутні.

Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, які він отримує:

- 1) за роботу на аудиторних заняттях;
- 2) за модульну контрольну роботу (МКР);
- 3) за відповідь на заліку.

Система рейтингових балів

1) Аудиторні заняття. Ваговий коефіцієнт дорівнює 4. Максимальна кількість балів, які може отримати аспірант на лабораторних заняттях становить $12 \times 4 = 48$ балів. Нарахування балів на одному практичному занятті:

- відмінні відповіді 4 балів;
- дуже добрі, добрі відповіді 3,2 балів;
- задовільні, достатні відповіді 1 бал.

2) Модульна контрольна робота (МКР). Ваговий коефіцієнт дорівнює 12. Максимальна кількість балів за контрольну роботу становить $1 \times 12 = 12$ балів. Нарахування балів за контрольну роботу:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 11-12 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 8-10 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 6-7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

3). Екзамен. Критерії оцінювання. Завдання містить два теоретичні питання, кожне з яких оцінюється у 20 балів. Всього $2 \times 20 = 40$ балів.

Нарахування балів за відповідь на заліку:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 36-40 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) 30-35 балів;
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) 24-29 балів;
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

Якщо аспірант протягом семестру набрав понад 60 балів, він може отримати залік автоматом.

Для виставлення фінальних оцінок рейтинг переводиться у оцінки відповідно до таблиці.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за інститутською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
90-100	Відмінно
75-89	Добре
60-74	Задовільно
Менше 60	Незадовільно
Не виконано інші умови допуску до заліку	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (Силабус):

Складено кандидатом фіз.-мат. наук, с.н.с. Маміловим Сергієм Олександровичем