**Анотація курсу**

**«Оптичні методи дослідження конденсованого стану речовини»**

**Інcтитут/Факультет:** факультет математики, фізики та інформаційних технологій, фізичне відділення

**Спеціальність** - 104- Фізика та астрономія

**Рівень вищої освіти:** третій (освітньо-науковий) рівень – доктор філософії

**Семестр:** 1

**Підсумковий контроль:**залік

**Лектор:** Гоцульський В.Я., д. ф.-м.н., доцент

**Кафедра:** загальної фізики і фізики теплоенергетичних та хімічних процесів

**Вид навчального курсу:** Обов’язкова дисципліна

Дисципліна «Оптичні методи дослідження конденсованого стану речовини» є вибірковою дисципліною для докторів філософії, які спеціалізуються у рамках вивчення фізики та астрономії. З них 16 годин лекцій, практичних - 14. Підсумковий контроль ‑ залік.

**Метою викладання навчальної дисципліни є**

* надати майбутнім докторам філософії з фізики та астрономії необхідного мінімуму попередніх відомостей з фотоніки та фізичної (молекулярної) оптики, базових оптичних методів дослідження різноманітних систем від класичних рідин та розчинів до рухливих колоїдів та твердих поверхонь.
* Засвоєння фундаментальних фізичних складових, отримання практичних навичок, що здобуваються в межах дисципліни «Оптичні методи дослідження конденсованого стану речовини» є умовою для подальшого засвоєння дисциплін за вибором з циклу професійної підготовки, успішного виконання експериментальної та теоретичної наукової роботи. У курсі розглядаються сучасні методи опису й вимірювання інтенсивності та ії флуктуацій, поляризації, когерентності, інтерференції та дифракції світлових полів, а також перспективні застосування оптичної голографії у цілому та таких методів як фазово-модульована спекл-інтерферометрія, які суттєво узагальнюють матеріал, що викладається у стандартному курсі “Оптика”. Знання і навички, отримані аспірантом при вивченні курсу, дозволять майбутньому фахівцю коректно формулювати мету дослідження, обирати адекватні засоби її досягнення, а також здійснювати свідоме планування оптичного та голографічного експерименту при розв’язанні конкретних практичних задач сучасної оптики.

**Предмет та завдання навчальної дисципліни**.

ознайомлення аспірантів з базовими методами статичного та динамічного розсіяння світла, принципами вимірювальної інтерферометрії голографії на прикладі методів комп’ютерної голографії, особливостями взаємодії когерентного випромінювання з біологічними об’єктами.

**Вимоги до знань та вмінь**.

Аспіранти повинні оволодіти компетеностями:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1),

* Здатність управління інформацією (пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел) (ЗК2),
* Здатність проведення самостійних досліджень (ЗК 9),

- Здатність застосовувати знання оптики для вирішення проблем експериментальної та теоретичної молекулярної фізики,

- Усвідомлення мети й завдань сучасної фізики та астрономії, здатність вирішувати проблеми й задачі інноваційного характеру в одній із галузей фізики або астрономії (ФК -9).

**Місце в структурно-логічній схемі спеціальності.**

Оптичні методи дослідження вважаються одними з найінформативніших при умовній безконтактності та з відсутністю впливу на об’єкт. Знайомство з широким спектром оптичних методів дослідження речовини після загального курсу «Оптика» повинно дати можливість майбутнім дослідникам незалежно від їх напрямку роботи орієнтуватися у поставлених задачах, використовуючи міжпредметні зв’язки.

**Тематика курсу**

**Розділ 1. Методи статичного розсіяння світла**

*Тема 1*. Фізична оптика і фотоніка. Різниця між класичними спектроскопічними та когерентними методами. Розсіяння Мі та Релея. Дифракційні методи, метод малокутового розсіяння світла. Визначення індикатрис розсіяння та поляризаційних характеристик розсіяного світла. Дослідження рідинних систем, колоїдів та аерозолів оптичними методами.

*Тема 2*. Поняття про класичну спектроскопію, рефрактометрію та зв'язок її з спектроскопією діелектричної проникненості.

*Тема 3*. Предмет статичної кореляційної оптики. Оптичні квантові генератори Загальне означення когерентності світла. Традиційно-графічний метод опису поляризації світла. Методи вимірювання поляризації та інтенсивності. Еліпсометрія

**Розділ 2. Методи динамічного розсіяння світла**

*Тема 4*. Лазерна кореляційна спектроскопія, методи гомодинний та гетеродинний. Визначення характерних часів процесу, на якому розсіюється світло, визначення гідродинамічного радіусу рухливого розсіювача, визначення дзета-потенціалів у колоїдних системах.

*Тема 5*. Лазерна анемометрія. Пряма та інверсна схема анемометру. Дослідження рухливих поверхонь, потоків, озвучених мікрочастинок, метрологічні засади методу як абсолютного.

**Розділ 3. Інтерференційні та голографічні методи дослідження різномасштабних об’єктів**

*Тема 6*. Оптична товщина об’єкту, основні типи інтерферометрів, роздільна здатність диспергуючих елементів та приладів, границі застосування методів.

*Тема 7*. Принцип голографії. Властивості об’ємних голограм (голограми на ЩГК та прилади реалізовані на них). Основні типи голограм. Поняття безопорної голографії. Зображаючі властивості безопорної голограми.

*Тема 8*. Комп’ютерна голографія. Фазо-модульована спекл–інтерферометрія, різномасштабність об’єктів, що доступна методу. Проблема впливу на об’єкт дослідження при його зондуванні слабким когерентним випромінюванням.

 **Теми практичних занять**

1. Ознайомлення з вимірюванням коефіцієнту деполяризації інтегрального статичного розсіяння світла.
2. Фотодетектори, режими аналогові та цифрові, лічильники фотонів, спряження детекторів з фіксуючою апаратурою.
3. Вимірювання індикатриси молекулярного розсіювання світла, вивчення процесів встановлення рівноважного мікронеоднорідного стану у водно-спиртових розчинах.
4. Методи малокутового розсіяння, дифракційні методи дослідження колоїдних та аерозольних систем.
5. Методи динамічного розсіяння світла, лазерна кореляційна спектроскопія та лазерна анемометрія.
6. Інтерферометри Маха-Цандера та Рождественського як база методу фазо-модульованої спекл-інтерферометрії.
7. Взаємодія досліджуваних об’єктів з зондуючим випромінюванням. Демонстрація проблеми впливу низько інтенсивного когерентного випромінювання на біологічні об’єкти та зародження нової фази у метастабільних системах.

**Перелік навчально-методичної літератури**

1. **Основна література**

1.[М. Ф. Вукс](https://readrate.com/rus/authors/m-f-vuks). Рассеяние света в газах, жидкостях и растворах. Л., 1977, 320с. 2.Фабелинский И.Л. Молекулярное рассеяние света.

3.Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. Учебник. 2-е изд. — М.: Изд-во МГУ; Наука, 2004. — 656 с.

4.К.Борен, Д. Хафмен. Поглощение и рассеяние света малими частицами.М., «Мир» 1986.

5.К.С.Шифрин, Рассеяние света в мутной бреде, М., 1951

6.В.Е.Єскин, Рассеяние света растворами полимеров и свойства макромолекул, Л., «Наука»,1986

7.Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография: Пер. с англ. - М.: Мир, 1973. - 686 с.

8.Борн М., Вольф Э. Основы оптики: Пер. с англ. - М.: Наука, 1973. - 719 с.

9.Шерклифф У. Поляризованный свет: Пер. с англ. - М.: Мир, 1965. - 264 с.

10.Азам Р., Башара Н. Эллипсометрия и поляризованный свет: Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 584 с.

11.Мандель Л., Вольф Э. Оптическая когерентность и квантовая оптика. – М.: Физматлит, 2000.

1. **Додаткова література**

1.М.Франсон. Оптика спеклов.М.: Мир, 1980. – 171 с.

 2.Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику: учеб. пособие. – М.: Наука, 1981.

 3.Клаудер Дж., Сударшан Э. Основы квантовой оптики. – М.: Мир, 1970.

**Посиланная на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

* + <http://gerdbreitenbach.de/gallery/>– Введение в квантовую оптику
	+ <http://steck.us/teaching>– D.A. Steck. Quantum and atom optics
	+ <http://www.youtube.com/watch?v=dQmaJPVP0hE>– Лекция нобелевского лауреата Роя Глаубера
	+ <http://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>– Энциклопедия лазерной физики и технологии