

Міністерство освіти і науки України  
Львівський національний університет імені Івана Франка

**Кафедра експериментальної фізики**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Височанський В.С.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **ОПТИКА**

галузі знань **0402** Фізико-математичні науки  
напряму підготовки **6.040204** Прикладна фізика

Освітньо-кваліфікаційний рівень **бакалавр**  
фізичного факультету

Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу

**Оптика.** Робоча програма навчальної дисципліни для студентів галузі знань **0402** Фізико-математичні науки напряму підготовки **6.040204 Прикладна фізика.** — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. — 12 с.

Розробник:

*Романюк М.О.* доктор фізико-математичних наук, професор кафедри експериментальної фізики.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри експериментальної фізики

Протокол № \_\_ від. “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013р.

Завідувач кафедри експериментальної фізики

\_\_\_\_\_ ( Волошиновський А.С. )

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р.

Схвалено методичною комісією за напрямом підготовки

Протокол № \_\_ від. “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2013 р.

Голова \_\_\_\_\_ ( Миколайчук О.Г. )

### 1. Опис навчальної дисципліни

(Витяг з робочої програми навчальної дисципліни “Оптика”)

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів — 11	Галузь знань <b>0402</b> <b>Фізико-математичні науки</b>	Нормативна
Модулів — 1	Напрямок підготовки <b>6.040204</b> <b>Прикладна фізика</b>	<i>Рік підготовки:</i> <b>2-й</b>
Змістових модулів — 2		<i>Семестр</i> <b>4-й</b>
Загальна кількість годин — 396		<i>Лекції</i> <b>51 год.</b>
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 10 самостійної роботи студента — 13,3	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>бакалавр</b>	<i>Практичні, семінарські</i> <b>68 год.</b>
		<i>Лабораторні</i> <b>51 год.</b>
		<i>Самостійна робота</i> <b>226 год.</b>
		<i>Вид контролю:</i> <b>залік, іспит</b>

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

Мета - Вивчити основні закони оптики, сучасні уявлення про природу світла, їх пояснення та застосування. Ознайомити студентів з основними здобутками фізики у цій галузі знань, показати експериментальні прояви головних її закономірностей, їх значення для пізнання природи та для практики, окреслити очікувані перспективи її розвитку.

Завдання - Досягти виконання мети. Зокрема: вивчити закони класичної оптики, феноменологічний опис поширення світла, взаємодії світлових пучків між собою та з речовиною, питання хвильової та корпускулярної природи світла, явищ в області слабких та сильних світлових пучків.

Описати принципові природознавчі оптичні експерименти та застосування оптичних закономірностей у практиці та фізичному експерименті, тенденції розвитку оптичних досліджень і нових застосувань.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати:**

- Основні властивості світлових пучків, їх взаємодію між собою та з речовиною, можливості практичного використання законів оптики, а також фундаментальні закономірності оптики рухомих середовищ, методи генерації світла, обґрунтування хвильової та корпускулярної природи світла.

**вміти:**

- Провести прості вимірювання оптичних характеристик речовини (поглинання світла, дисперсію показників заломлення, спектри свічення твердих тіл і газів, склад і вміст сумішей газів та конденсованих систем), характеристики світлових пучків (інтенсивність, поляризація, когерентність), розшифрувати інтерференційні та прості фундаментальні картини, визначати головні характеристики інтерференційних, дифракційних, дисперсійних та лінзових систем, юстувати такі системи.

Уміти розраховувати параметри простих оптичних приладів, світлових пучків та фізичних характеристик речовин на базі закономірностей, висвітлених у програмі курсу.

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1. Геометрична і хвильова оптика.**

**Тема 1.** Етапи розвитку оптики. Класичні закони оптики.

**Тема 2.** Рівняння Максвелла і висновки з них. Випромінювання осцилятора.

**Тема 3.** Інтерференція світла. Класичні інтерференційні схеми та їх характеристики.

**Тема 4.** Інтерференція у тонких плівках.

**Тема 5.** Інтерферометри. Застосування інтерференції світла.

**Тема 6.** Дифракція світла. Зони Френеля. Складання амплітуд.

**Тема 7.** Дифракція Фраунгофера. Щілина. Решітка.

**Тема 8.** Дифракція на багатомірних структурах, її застосування. Голографія.

**Тема 9.** Геометрична оптика. Заломлення світла на сферичній поверхні. Інваріанти. Дзеркала.

**Тема 10.** Товста лінза. Оптичні прилади. Аберації.

**Тема 11.** Роздільна здатність об'єктива, дифракційна теорія зображення, фазово-контрольний мікроскоп.

**Тема 12.** Оптика рухомих середовищ. Головні експерименти і висновки з них.

### **Змістовий модуль 2. Квантова природа світла та його взаємодія з речовиною.**

**Тема 13.** Поляризація світла. Формули Френеля. Висновки з них.

**Тема 14.** Дисперсія світла: головні експерименти та класичний аналітичний опис явища.

**Тема 15.** Оптика анізотропних середовищ. Кристалооптика.

**Тема 16.** Отримання та аналіз поляризованого світла.

**Тема 17.** Параметричні ефекти у кристалооптиці.

**Тема 18.** Застосування поляризованого світла та параметричних ефектів. Акустооптика.

**Тема 19.** Температурне випромінювання світла. Абсолютно чорне тіло. Опис його випромінювання. Формула Планка. Коефіцієнти Айнштейна.

**Тема 20.** Зовнішній фотоефект. Тиск світла. Їх пояснення. Властивості фотона.

**Тема 21.** Розсіяння світла. Релеєвське та комбінаційне розсіяння. Застосування.

**Тема 22.** Люмінесценція. Природа центрів свічення, закони загасання. Застосування люмінесценції.

**Тема 23.** Оптичні квантові генератори – будова, активна речовина, властивості випромінювання. Модуляція добротності, синхронізація мод.

**Тема 24.** Поняття про нелінійну оптику. Некогерентні ефекти.

**Тема 25.** Когерентні ефекти нелінійної оптики.

### **4. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	сп	
1	2	3	4	5	6	7
<b>МОДУЛЬ 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Геометрична і хвильова оптика.</b>						
<b>Тема 1.</b> Етапи розвитку оптики. Класичні закони оптики.	6	2	0	0		4
<b>Тема 2.</b> Рівняння Максвелла і висновки з них. Випромінювання осцилятора.	12	2	2	-		8
<b>Тема 3.</b> Інтерференція світла.	22	3	4	3		12

Класичні інтерференційні схеми та їх характеристики.						
<b>Тема 4.</b> Інтерференція у тонких плівках.	20	2	3	3		12
<b>Тема 5.</b> Інтерферометри. Застосування інтерференції світла.	20	2	3	3		12
<b>Тема 6.</b> Дифракція світла. Зони Френеля. Складання амплітуд.	15	2	3	-		10
<b>Тема 7.</b> Дифракція Фраунгофера. Щілина. Решітка.	21	2	4	3		12
<b>Тема 8.</b> Дифракція на багатомірних структурах, її застосування. Голографія.	14	2	2	-		10
<b>Тема 9.</b> Геометрична оптика. Заломлення світла на сферичній поверхні. Інваріанти. Дзеркала.	19	2	2	3		12
<b>Тема 10.</b> Товста лінза. Оптичні прилади. Аберації.	20	2	3	3		12
<b>Тема 11.</b> Роздільна здатність об'єктива, дифракційна теорія зображення, фазово-контрольний мікроскоп.	14	2	2	-		10
<b>Тема 12.</b> Оптика рухомих середовищ. Головні експерименти і висновки з них.	16	2	4	-		10
<b>Разом – зм. модуль 1</b>	<b>199</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>18</b>		<b>124</b>
<b>Змістовий модуль 2. Квантова природа світла та його взаємодія з речовиною.</b>						
<b>Тема 13.</b> Поляризація світла. Формули Френеля. Висновки з них.	17	2	2	3		10
<b>Тема 14.</b> Дисперсія світла: головні експерименти та класичний аналітичний опис явища.	30	2	2	12		14
<b>Тема 15.</b> Оптика анізотропних середовищ. Кристалооптика.	19	2	4	3		10
<b>Тема 16.</b> Отримання та аналіз	17	2	4	3		8

поляризованого світла.						
<b>Тема 17.</b> Параметричні ефекти у кристалооптиці.	10	2	4	-		4
<b>Тема 18.</b> Застосування поляризованого світла та параметричних ефектів. Акустооптика.	12	2	4	-		6
<b>Тема 19.</b> Температурне випромінювання світла. Абсолютно чорне тіло. Опис його випромінювання. Формула Планка. Коефіцієнти Айнштейна.	17	2	2	3		10
<b>Тема 20.</b> Зовнішній фотоефект. Тиск світла. Їх пояснення. Властивості фотона.	17	2	2	3		10
<b>Тема 21.</b> Розсіяння світла. Релеєвське та комбінаційне розсіяння. Застосування.	14	2	2	-		10
<b>Тема 22.</b> Люмінесценція. Природа центрів свічення, закони загасання. Застосування люмінесценції.	15	2	2	3		8
<b>Тема 23.</b> Оптичні квантові генератори – будова, активна речовина, властивості випромінювання. Модуляція добротності, синхронізація мод.	12	2	3	3		4
<b>Тема 24.</b> Поняття про нелінійну оптику. Некогерентні ефекти.	9	2	3	-		4
<b>Тема 25.</b> Когерентні ефекти нелінійної оптики.	8	2	2	-		4
<b>Разом – зм. модуль 2</b>	<b>197</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>33</b>		<b>102</b>
<b>Усього годин</b>	<b>396</b>	<b>51</b>	<b>68</b>	<b>51</b>		<b>226</b>

### **5. Темі семінарських занять**

Семінарських занять у курсі не передбачено.

### 6. Темы практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Фотометрія. Класичні закони оптики.	4
2.	Рівняння Максвелла та висновки з них. Випромінювання осцилятора.	2
3.	Інтерференція світла. Класичні інтерференційні схеми.	4
4.	Інтерференція у тонких плівках. Смуги рівної товщини та нахилу.	4
5.	Інтерферометри. Застосування інтерференції. Просвітлення оптики.	4
6.	Дифракція світла. Зони Френеля. Складання амплітуд.	4
7.	Дифракція Фраунгофера. Щілина. Решітка.	4
8.	Дифракція на багатомірних структурах.	2
9.	Геометрична оптика. Заломлення світла на сферичній поверхні. Дзеркала.	2
10.	Центровані оптичні системи. Товста лінза. Оптичні прилади. Аберации.	6
11.	Оптика рухомих середовищ і теорія відносності.	4
12.	Поляризація світла. Формули Френеля. Висновки з них.	4
13.	Взаємодія електромагнітних хвиль з речовиною.	2
14.	Оптика анізотропних середовищ. Кристалооптика.	4
15.	Отримання та аналіз поляризованого світла.	4
16.	Параметричні ефекти у кристалооптиці.	4
17.	Застосування поляризованого світла та параметричних ефектів.	2
18.	Температурне випромінювання світла. Абсолютно чорне тіло. Опис його випромінювання. Формули Планка. Коефіцієнти Айнштейна. Оптична пірометрія.	4
19.	Квантові властивості світла.	4
	<b>Разом</b>	<b>68</b>

### 7. Темы лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Вступне заняття. Опис робіт. Техніка безпеки.	3
1.	Визначення фокусної віддалі лінз. Метод Бесселя. Вивчення проявів абераций лінз.	3
2.	Вивчення мікроскопа і телескопа. Визначення їх збільшення та вимірювання показника заломлення за допомогою мікроскопа.	3
3.	Вивчення гоніометра ГС-5. Вимірювання спектральної залежності показника заломлення призми.	3
4-5.	Вимірювання концентрації розчину методом рефрактометра та методом інтерферометра Релея.	3
6-7.	Вивчення випромінювання газового лазера – поляризація та розбіжність пучка. Вимірювання довжини хвилі методом кілець Ньютона.	3
8.	Визначення довжини світлової хвилі методом біпризми Френеля.	3
9.	Дослідження спектра дифракційної ґратки.	3



10.	Вивчення монохроматора УМ-2, його градування та якісний аналіз газової суміші.	3
11.	Вивчення призмового спектрографа і дослідження його дисперсії і роздільної здатності.	3
12-13.	Вивчення явищ лінійного та циркулярного двопримене- заломлення. Визначення концентрації розчину цукру.	3
14.	Дослідження закономірностей відбивання світла (формули Френеля).	3
15.	Дослідження спектрів поглинання дихроїчних кристалів.	3
16.	Вимірювання яскравісної температури методом пірометра.	3
17-18.	Дослідження законів зовнішнього фотоефекту. Визначення сталої Планка методом запірного потенціалу у зовнішньому фотоефекті.	3
19.	Дослідження спектральної залежності фотолюмінесценції (з врахуванням чутливості апаратури).	3
	Підсумкове заняття. Остаточні звіти.	3
	<b>Всього за семестр</b>	<b>51</b>

## **8. Самостійна робота**

### *Лекції, практичні*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Етапи розвитку оптики. Класичні закони оптики	4
2.	Рівняння Максвелла і висновки з них. Випромінювання осцилятора	7
3.	Інтерференція світла. Класичні інтерференційні схеми та їх характеристики	10
4.	Інтерференція у тонких плівках.	10
5.	Інтерферометри. Застосування інтерференції світла.	10
6.	Дифракція світла. Зони Френеля. Складання амплітуд.	10
7.	Дифракція Фраунгофера. Щілина. Решітка.	10
8.	Дифракція на багатомірних структурах, її застосування. Голографія.	8
9.	Геометрична оптика. Заломлення світла на сферичній поверхні. Інваріанти. Дзеркала.	10
10.	Товста лінза. Оптичні прилади. Аберації.	10
11.	Роздільна здатність об'єктива, дифракційна теорія зображення, фазово-контрольний мікроскоп.	8
12.	Оптика рухомих середовищ. Головні експерименти і висновки з них.	10
13.	Поляризація світла. Формули Френеля. Висновки з них.	10
14.	Дисперсія світла: головні експерименти та класичний аналітичний опис явища.	8
15.	Оптика анізотропних середовищ. Кристалооптика.	4
16.	Отримання та аналіз поляризованого світла.	8
17.	Параметричні ефекти у кристалооптиці.	6

18.	Застосування поляризованого світла та параметричних ефектів. Акустооптика.	8
19.	Температурне випромінювання світла. Абсолютно чорне тіло. Опис його випромінювання. Формула Планка. Коефіцієнти Айнштейна.	10
20.	Зовнішній фотоефект. Тиск світла. Їх пояснення. Властивості фотона.	8
21.	Розсіяння світла. Релеєвське та комбінаційне розсіяння. Застосування.	8
22.	Люмінесценція. Природа центрів свічення, закони загасання. Застосування люмінесценції.	10
23.	Оптичні квантові генератори – будова, активна речовина, властивості випромінювання. Модуляція добротності, синхронізація мод.	6
24.	Поняття про нелінійну оптику. Некогерентні ефекти.	6
25.	Когерентні ефекти нелінійної оптики	6
	<b>Разом</b>	<b>205</b>

### *Лабораторні*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Визначення фокусної віддалі лінз. Метод Бесселя. Вивчення проявів аберцій лінз.	1
2.	Вивчення мікроскопа і телескопа. Визначення їх збільшення та вимірювання показника заломлення за допомогою мікроскопа.	1
3.	Вивчення гоніометра ГС-5. Вимірювання спектральної залежності показника заломлення призми.	1
4-5.	Вимірювання концентрації розчину методом рефрактометра та методом інтерферометра Релея.	2
6-7.	Вивчення випромінювання газового лазера – поляризація та розбіжність пучка. Вимірювання довжини хвилі методом кілець Ньютона.	2
8.	Визначення довжини світлової хвилі методом біпризми Френеля.	1
9.	Дослідження спектра дифракційної ґратки.	1
10.	Вивчення монохроматора УМ-2, його градуювання та якісний аналіз газової суміші.	1
11.	Вивчення призмового спектрографа і дослідження його дисперсії і роздільної здатності.	1
12-13.	Вивчення явищ лінійного та циркулярного двопромене- заломлення. Визначення концентрації розчину цукру.	2
14.	Дослідження закономірностей відбивання світла (формули Френеля).	2
15.	Дослідження спектрів поглинання дихроїчних кристалів.	1
16.	Вимірювання яскравісної температури методом пірометра.	1
17-18.	Дослідження законів зовнішнього фотоефекту. Визначення сталої Планка методом запірного потенціалу у зовнішньому фотоефекті.	2

19.	Дослідження спектральної залежності фотолюмінесценції (з врахуванням чутливості апаратури).	2
	<b>Всього за семестр</b>	<b>21</b>

### 10. Методи контролю

Контроль засвоєння матеріалу включає:

поточний контроль (контрольні роботи за двома змістовими модулями,  $2 \times 10 = 20$  балів), оцінку відповідей та роботи на практичних заняттях (10 балів), колоквиуму (15 балів), робота на лекціях (5 балів) — разом за семестр 50 балів, іспит, на який виноситься 5 питань по 10 балів кожне — разом 50 балів. Сумарна оцінка, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою;

### 11. Розподіл балів, що присвоюється студентам

*Розподіл балів, які отримують студенти в процесі виконання лабораторних робіт (для заліку)*

Поточне тестування та самостійна робота															Підсумкове заняття	Сума
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2										
Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7	Л8	Л9	Л10	Л11	Л12	Л13	Л14	Л15	10	100
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10		

*Розподіл балів, які отримують студенти в процесі прослуховування лекційного курсу і виконання практичних робіт (для екзамену)*

Поточне тестування та самостійна робота				Колоквиум	Робота на лекціях	Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2					
робота на практичних	контрольна	робота на практичних	контрольна				
5	10	5	10	15	5	50	100

### Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Визначення	За національною шкалою	
			Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік
90 – 100	<b>A</b>	<i>Відмінно</i>	<i>Відмінно</i>	<i>Зараховано</i>
81-89	<b>B</b>	<i>Дуже добре</i>	<i>Добре</i>	
71-80	<b>C</b>	<i>Добре</i>		
61-70	<b>D</b>	<i>Задовільно</i>	<i>Задовільно</i>	
51-60	<b>E</b>	<i>Достатньо</i>		

## **12. Методичне забезпечення**

1. Студенти можуть користуватися двома випусками «Практикуму до лабораторних робіт», виданими кафедрою.

У бібліотеці є російськомовна література по тематиці курсу, видана до середини 80-х років. Є 4 видання українською мовою, частина з них адресована педагогічним вузам.

Лекційний курс достатньо оснащений лекційними демонстраціями (їх перелік сягає 80 назв).

Практикум студенти проходять в окремій спеціально обладнаній лабораторії, яка має роботи до 20 тем, окремі з яких, правда, стосуються подібних тем. Окремі теми курсу у практикумі не відображені (ефект Доплера, параметричні ефекти у кристалооптиці та ін.).

## **13. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Романюк М.О. Оптика : підручник / М.О.Романюк, А.С.Крочук, І.П.Пашук; за ред. проф. М.О.Романюка. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка. 2012. – 564 с.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука. 1976.
3. Горбань І.С. Оптика. – К.: Вища школа. 1979.
4. Кучерук І.Н. Горбачук І.Г. Загальний курс фізики. Т.3. – К.: Техніка. 1999.
5. Матвеев А.Н. Оптика. – М.: Высшая школа. 1985.
6. Калитиевский Н.И. Волновая оптика. – М.: Высшая школа. 1978.
7. Фриш, Л. В.Тиморева. Курс общей физики. Ч.3. – Москва: Физматгиз. 1961.
8. Годжаев Н.М. Оптика. Москва: Высшая школа. 1977.
9. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.3. – Москва: Наука. 1971.
- 10.Бутиков Е.И. Оптика. – Москва: Высшая школа. 1986.
11. Королев Ф.А.. Курс физики. – Москва: Просвещение. 1974.
12. Білий М.У., Скубенко А.Ф. Загальна фізика. Оптика. – К.: Вища школа. 1987.
- 13.Сборник задач по общему курсу физики. Оптика. Под. Ред. Д.В. Сивухина. – М.: Наука. 1977.
- 14.Физический практикум. Электричество и оптика. Под ред. В.И. Ивероновой. – М.: Наука. 1968.
15. М.Колінько, І.Пашук, І.Стефанський. Оптичний практикум. Ч.1 та ч. 2. – Львів: ЛНУ, 2000, 2004.

### **Допоміжна**

1. Нагибина И.М. Интерференция и дифракция света. – Л., 1974.
2. Королев Ф.А. Курс физики (оптика, атомная и ядерная физика). М.: Просвещение. – 1974.
3. Борн, Э. Вольф. Основы оптики.– М.: Наука. 1970.
4. Дитчберн Р. Физическая оптика. – М.: Наука. 1965.
5. Вуд Р. Физическая оптика. – Л.-М.: ОНТИ, 1986.
6. Дж. Батерс. Голография и ее применение. – М.: Энергия. 1977.
7. Фейнмановские лекции по физике. Т.3. – М.: Мир. 1965.
8. Островский Ю.И. Голография и ее применение. – Л. 1973.

## **14. Інформаційні ресурси**

1. Wikipedia. <http://www.wikipedia.org>