

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки**  
кафедра загальної фізики та методики викладання фізики



**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Проректор з навчальної роботи

проф. Гаврилюк С. В.

*С. В. Гаврилюк*  
16. 10 2013 р.

## **Основи оптичної спектроскопії**

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**вибіркової навчальної дисципліни**  
**підготовки магістра**  
**спеціальності 8.04020301 «Фізика»**

Луцьк – 2013

**Робоча програма навчальної дисципліни «Основи оптичної спектроскопії»** для студентів спеціальності 8.04020301 «Фізика». – 12 серпня 2013 року. – 10 с.

**Розробники:**

доцент кафедри загальної фізики  
та методики викладання фізики,  
канд. фіз.-мат. наук



Галян В.В.

**Рецензент:**

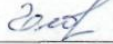
доцент кафедри фізики твердого тіла та  
інформаційно-вимірювальних технологій  
канд. фіз.-мат. наук



Божко В.В.

**Робоча програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри  
Загальної фізики та методики викладання фізики**

протокол № 1 від 11.09.2013 р.

Завідувач кафедри:  (Головіна Н.А.)

**Робоча програма навчальної дисципліни  
схвалена науково-методичною комісією фізичного факультету**

протокол № 1 від 16.09.2013 р.

Голова науково-методичної  
комісії факультету



(Муляр В.П.)

**Робоча програма навчальної дисципліни  
схвалена науково-методичною радою університету**

протокол № 2 від 16.10.2013 р.

## Вступ

«Основи оптичної спектроскопії» є одним із навчальних курсів, які читаються для студентів спеціальності фізика. Програма відповідає навчальному курсу для студентів фізичного факультету спеціальності «Фізика». Вивчення спецкурсу передбачає знання студентів загального курсу фізики та фізики твердого тіла і містить послідовний виклад принципів дії джерел і приймачів випромінювання, фільтруючих випромінювання систем та спектральних приладів.

Для підготовки фахівців у програмі навчальної дисципліни передбачений цикл лекцій, які складаються із двох змістових модулів: «Оптичні середовища. Джерела некогерентного випромінювання», «Прилади когерентного випромінювання. Фотоприймальні та спектральні прилади». Формування у фахівців рівня вмінь та навичок здійснюється на основі отримання теоретичних знань, шляхом проведення циклу лабораторних занять з основних тем дисципліни та в ході самостійної роботи студентів. Важливим елементом самостійної роботи є виконання студентами індивідуальних завдань за темами дисципліни.

Поточний контроль знань навчального матеріалу виконується під час аудиторних занять (опитування, контрольні роботи), а також під час прийому індивідуальних завдань на самостійну роботу та модульного тестування.

Підсумковий контроль засвоєння дисципліни виконується як іспит.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Таблиця 1

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна
Кількість кредитів 5	0402 фізико-математичні науки	вибіркова
	7.04020301 фізика	
Модулів 3	фізика	Рік підготовки 5
Змістових модулів 2		Семестр 9
ІНДЗ: є		Лекції 30 год.
Загальна кількість годин 180		
Тижневих годин (для денної форми навчання):  аудиторних <u>3</u> самостійної роботи <u>3,5</u> індивідуальної роботи <u>3,5</u>	магістр	Лабораторні 24 год.
		Самостійна робота 63 год.
		Індивідуальна робота 63 год.
		Форма контролю: екзамен.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Основи оптичної спектроскопії» є:

- ознайомити студентів з приладами оптичної спектроскопії;
- оволодіти методикою роботи із спектральними приладами, а також особливостями їх застосування в фізичних дослідженнях;
- на основі законів та теорій пояснити механізми проходження фізичних явищ, дати уявлення про межі застосування різних фізичних теорій;
- сформулювати в студентів систему знань, яка необхідна їм для природничо-наукової освіти і успішного засвоєння спеціальних курсів і може бути використана в їх практичній діяльності.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Основи оптичної спектроскопії» є: засвоєння теоретичних відомостей та набуття практичних навичок розв'язання конкретних задач, формування вміння використовувати основні закони фізики для пояснення явищ оптичної спектроскопії.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**знати:**

- Фізичні властивості оптичних матеріалів. Явища відбивання, поглинання, випромінювання і прозорість матеріалів в різних ділянках спектра;
- Основні закони теплового випромінювання, типи джерел теплового випромінювання;
- Основні типи газорозрядних джерел випромінювання;
- Прилади когерентного випромінювання. Види та принцип дії напівпровідникових лазерів;

- Основні характеристики приймачів оптичного випромінювання;
- Призначення і характеристика фільтрів оптичного випромінювання;
- Класифікація та характеристика спектральних приладів;

**вміти:**

- Здійснити фокусування та юстування освітлювальної системи спектрографа;
- Проградувати та виміряти лінійну дисперсію спектрографа;
- Здійснити спектральний аналіз матеріалів;
- Проводити селекцію оптичного випромінювання за допомогою дисперсійних, інтерференційних, поглинаючих світлофільтрів.

Знання приладів і методики оптичних вимірювань в досить широкій області спектра є необхідною умовою підготовки як висококваліфікованих фізиків науковців так і викладачів фізики у вищій та загальноосвітній школі.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин / 5 кредитів ECTS.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Оптичні середовища. Джерела некогерентного випромінювання.**

**Тема 1. Предмет і завдання курсу «Основи оптичної спектроскопії». Фізико-хімічні властивості нових матеріалів.**

Вступ. Предмет і завдання курсу техніка спектроскопії і оптичних вимірювань. Типи та властивості оптичних матеріалів. Характеристика нових оптичних матеріалів.

**Тема 2. Особливості повітря як оптичного середовища. Застосування оптичних матеріалів для різних спектральних ділянок.**

Прозорість і поглинаюча здатність оптичних матеріалів та середовищ в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній спектральній ділянці спектру. Френелівські втрати оптичних матеріалів.

**Тема 3. Поняття про світловоди. Поглинання світла та втрата сигналу в скловолокні. Оцінка повних втрат оптичного випромінювання в скловолокні.**

Конструкційні особливості світловодів. Втрата сигналу, що пов'язана із матеріальною дисперсією, релеєвським розсіюванням, рефракцією світла в скловолокні. Коефіцієнт затухання світла, коефіцієнт повних втрат світлової енергії в скловолокні.

**Тема 4. Основні закони та параметри теплового випромінювання. Типи джерел теплового випромінювання.**

Закони теплового випромінювання. Поглинальна здатність, відносна яскравість не чорних тіл. Характеристика ламп розжарення, глобара, штифта Нернста, платино-керамічного випромінювача.

**Тема 5. Джерела некогерентного випромінювання. Параметри та характеристики некогерентного випромінювання**

Види джерел некогерентного випромінювання. Основні параметри світлодіодів. Спектральна, випромінювальна та світлова характеристика світлодіодів.

#### **Змістовий модуль 2. Прилади когерентного випромінювання. Фотоприймальні та спектральні прилади.**

**Тема 1. Прилади когерентного випромінювання. Фізичні основи підсилення і генерації лазерного випромінювання**

Генератори когерентного випромінювання. Умови виникнення лазерної генерації. Поняття про активне середовище, поріг інверсії, коефіцієнт підсилення

випромінювання.

**Тема 2. Види лазерів. Основні параметри та характеристики лазерів.**

Параметри газових, твердо тільних та напівпровідникових лазерів. Ватт-амперна та спектральна характеристика лазерів.

**Тема 3. Основні параметри приймачів оптичного випромінювання.**

Параметри приймачів оптичного випромінювання: інтегральна, порогова чутливість, виявляюча (детектуюча) здатність, квантова ефективність.

**Тема 4. Класифікація приймачів оптичного випромінювання. Основні характеристики фотоприймачів.**

Типи приймачів оптичного випромінювання. Вольт-амперна, спектральна, енергетична характеристика фотоприймачів.

**Тема 5. Принцип роботи фотоприймальних приладів.**

Принцип роботи фотоприймальних приладів на основі p-n та p-i-n структур. Фоточутливість фотоприймальних приладів.

**Тема 6. Напівпровідникові фотоприймальні прилади: фотодіоди, фототранзистори, фоторезистори.**

Загальна характеристика роботи фотодіода, фототранзистора та фоторезистора. Фотогальванічний, фоторезистивний та режим холостого ходу роботи фотодіода.

**Тема 7. Призначення, основні класи та характеристики спектральних приладів.**

Типи спектральних приладів. Загальна характеристика роботи спектроскопа, спектрографа, монохроматора, спектрофотометра. Роздільна здатність, світлосила, кутова дисперсія спектральних приладів.

**4. Структура навчальної дисципліни**

Структура навчальної дисципліни представляється у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	у тому числі			
		Лек.	Лаб.	Інд.	Сам. роб.
1	2	3	4	5	6
<b>Змістовий модуль 1. Оптичні середовища. Джерела некогерентного випромінювання.</b>					
Тема 1. Предмет і завдання курсу «Основи оптичної спектроскопії». Фізико-хімічні властивості нових матеріалів.	13	2		5	6
Тема 2. Особливості повітря як оптичного середовища. Застосування оптичних матеріалів для різних спектральних ділянок.	13	2		6	5
Тема 3. Поняття про світловоди. Поглинання світла та види втрат сигналу в скловолокну. Оцінка повних втрат оптичного випромінювання в скловолокну	18	3	4	6	5
Тема 4. Основні закони та параметри теплового випромінювання. Типи джерел теплового випромінювання.	11	2		4	5
Тема 5. Джерела некогерентного випромінювання. Параметри та 2характеристики некогерентного	18	3	4	6	5

випромінювання.					
Разом за змістовим модулем 1	73	12	8	27	26
<b>Змістовий модуль 2. Прилади когерентного випромінювання. Фотоприймальні та спектральні прилади.</b>					
Тема 6. Прилади когерентного випромінювання. Фізичні основи підсилення і генерації лазерного випромінювання.	16	3	2	5	6
Тема 7. Види лазерів. Основні параметри та характеристики лазерів.	14	2	2	5	5
Тема 8. Основні параметри приймачів оптичного випромінювання.	15	3	2	5	5
Тема 9. Класифікація приймачів оптичного випромінювання. Основні характеристики фотоприймачів.	14	2	2	5	5
Тема 10. Принцип роботи фотоприймальних приладів.	15	2	3	5	5
Тема 11. Напівпровідникові фотоприймальні прилади: фотодіоди, фототранзистори, фоторезистори.	16	3	2	5	6
Тема 12. Призначення, основні класи та характеристики спектральних приладів.	17	3	3	6	5
Разом за змістовим модулем 2	111	18	16	40	37
<b>Усього годин</b>	180	30	24	63	63

## 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Вступне заняття. Правила техніки безпеки та пожежної безпеки в лабораторії оптичної спектроскопії. Обчислення похибок. (Загальні правила безпеки при виконанні лабораторних робіт в лабораторії оптичної спектроскопії, вимірювання оптичних величин та обчислення похибок).	2
2	Якісний та напівкількісний аналіз сплавів з допомогою стилоскопа. (Визначення хімічного складу сплаву, оцінка кількісного складу сплаву).	2
3	Дослідження випромінювання світлодіода із р-п-переходом (Дослідження спектрів випромінювання, залежності інтенсивності випромінювання від сили струму що протікає через діод та параметрів випромінювальних центрів).	4
4	Вимірювання ширини вхідної щілини приладу по дифракційній картині (Дослідження дифракційної картини від однієї щілини, обчислення ширини вхідної щілини).	4
5	Оцінка повних втрат оптичного сигналу в світловоді. (Вивчення спектральної залежності оптичного пропускання кварцового світловолокна. Формула Релея).	4
6	Вивчення вольт-амперної, спектральної та енергетичної характеристики фотоприймачів (Режими роботи фотоприймальних приладів. Побудова характеристик приймачів в прямому і запірному режимі).	4
7	Фотоелектричні методи кількісного спектрального аналізу. (Вивчення емісійного спектрального аналізу і кількісний аналіз	2

	елементів у речовині.)	
8	Юстування спектральних приладів. (Засвоєння основних методів юстування спектральних приладів, диспергуючим елементом яких є призма та дифракційна решітка).	2
	<b>Разом</b>	<b>24</b>

## 6. Самостійна робота

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Теорія похибок. Інструментальна, систематична, похибки. Довірчий інтервал. Коефіцієнти Ст'юдента	6
2	Випромінювання абсолютно чорних та нечорних тіл. Типи джерел теплового випромінювання.	5
3	Спектральна енергетична яскравість абсолютно чорного тіла . Поглинаюча здатність вольфраму.	5
4	Джерела інфрачервоного некогерентного випромінювання: глобар, штифт Ернста, Платино-керамічний випромінювач	6
5	Підготовка до лабораторних занять з курсу: «Основи оптичної спектроскопії»	4
6	Історія виникнення, принцип дії та конструкція світлодіодів. Застосування світлодіодів в оптоелектроніці.	6
7	Діаграма спрямованості, електричні властивості та експлуатаційні режими світлодіодів. Високоєфективні випромінюючі діоди.	6
8	Фізичні основи зовнішнього фотоефекту. Вакуумний фотоелемент. Фотоелектронні помножувачі.	6
9	Підготовка до лабораторних занять з курсу: «Основи оптичної спектроскопії»	4
10	Загальна характеристика спектральних приладів. Історія виникнення та розвиток спектральних приладів.	5
11	Оптичні властивості тонких плівок. Металічні і діелектричні плівки. Прозорі і дзеркальні покриття.	6
12	Підготовка до лабораторних занять з курсу: «Основи оптичної спектроскопії»	4
	<b>Разом</b>	<b>63</b>

## 7. Індивідуальні завдання

– Підготувати реферати на тему:

- 1) Основні параметри і характеристики сучасних світлодіодів.
- 2) Характеристика діодних лазерів високої потужності.
- 3) Загальна характеристика теплових приймачів оптичного випромінювання.
- 4) Застосування АЦП перетворювачів для обробки інформації одержаних із спектральних приладів

– Підготувати доповідь на тему: «Взаємодія світла з речовиною. Вплив електромагнітного випромінювання на організм людини».

– Обговорення раціоналізаторських ідей по захисту навколишнього середовища та вдосконаленню контролю від радіологічного забруднення і електромагнітних смогів.

Експрес-опитування для виявлення знань із навчального курсу: техніка спектроскопії і оптичних вимірювань.



**8. Методи навчання** – лекції, лабораторні заняття, виконання розрахунково-графічних робіт, самостійна та індивідуальна робота.

**9. Форма підсумкового контролю успішності навчання** – *екзамен*.

**10. Методи та засоби діагностики успішності навчання** – комплект тестових екзаменаційних білетів, контрольні роботи, перелік питань з лабораторних робіт, виконання ІНДЗ.

**11. Розподіл балів, які отримують студенти**

При оцінюванні знань і умінь студентів використовуються такі форми організації поточного та підсумкового контролю: виконання індивідуальних завдань та лабораторних робіт, написання модульних контрольних робіт.

Після завершення вивчення матеріалу кожного із змістових модулів проводиться модульна контрольна робота у вигляді письмового тестування (15 балів). Вона передбачає перевірку теоретичних знань студентів, які вони отримали під час лекцій та самостійного опрацювання матеріалу.

#### Розподіл балів за видами робіт

Поточний контроль (маx = 40 балів)		Модульний контроль (маx = 60 балів)			Сума
Модуль 1.		Модуль 2.	Модуль 3.		
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	ІНДЗ	МКР1	МКР2	
15	15	10	30	30	100

#### Шкала оцінювання (національна та ECTS)

Академічні успіхи студента визначаються за допомогою системи оцінювання, що використовується у вищому навчальному закладі, з обов'язковим переведенням оцінок до національної шкали та шкали ECTS.

Шкала оцінювання академічних успіхів студента – 100-бальна. Переведення оцінки в шкалу ECTS та національну шкалу здійснюється за схемою:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
82 – 89	B	Добре	
75 - 81	C		
67 -74	D	Задовільно	
60 - 66	E		

1 – 59	Фх	Незадовільно	не зараховано (з можливістю повторного складання)
--------	----	--------------	---

## 12. Методичне забезпечення

1. Загальна фізика: Лабораторний практикум.: Навчальний посібник / За заг. ред. І.Т. Горбачука. – К.: Вища шк., 1992. – 509 с.
2. Оптика: Методичні рекомендації для лабораторних робіт студентам нефізичних спеціальностей вищих навчальних закладів / Уклад.: С.А. Федосов, А.Г. Кевшин, В.В. Галян, А.П. Третьяк. – Луцьк: Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2010. – 104 с.
3. Електрика: Методичні рекомендації для лабораторних робіт студентам нефізичних спеціальностей вищих навчальних закладів / Уклад.: С.А. Федосов, Г.П. Кобель, В.В. Галян, А.Г. Кевшин. – Луцьк: РВВ «Вежа», 2006. – 120 с.
4. Специальный физический практикум (по радиофизике и электронике). Ч.1-3 / Под ред. А.А. Харламова. – М.: , 1977. – 1076 с.
5. Ю. В. Воробьев, В. Н. Добровольский, В. И. Стриха. Методы исследования полупроводников. – К.: Выща шк., 1988. – 232 с.
6. А.Г. Кевшин, В.В. Галян, С.А. Федосов. Фізика: методичні рекомендації до лабораторних робіт з фізики для студентів спеціальності «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». – Луцьк, : Вежа-Друк, 2013. – 88 с.

## 13. Список джерел

1. В.В. Лебедева Экспериментальная оптика спектроскопия. – М.: Узд-во МГУ, 2005. 282 с.
2. В.В. Лебедева Техника оптической спектроскопии. – М.: Узд-во МГУ, 1977.- 383 с.
3. Г.Г. Ішанін, А.Д. Панков, А.Л. Андреев, Г.В. Пальчиков. Джерела і приймачі випромінювання. – СПб.: Політехніка, 1991.
4. І.В. Астайкин, С.О. Смирнов. Основы оптоэлектроники. М.: 2008 – 156 с.
5. У. Вольф. Справочник по инфракрасной технике. / Пер. с англ.. М.: Мир, 1995 – 606 с.
6. А.Н. Зайдель, Г.В. Островская, Ю.И. Островський. Техника и практика спектроскопии. – М.: Наука, 1976.- 382 с.
7. И.М. Нагибина, В.К. Прокофьев.Спектральные приборы и техника спектроскопии. – М.: Машиностроение, 1967.-267 с.
8. Е.Г. Орешникова. Спектральний аналіз. –М.: Высшая школа, 1982. – 375 с.
9. Грабовский Р.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1974. – 552 с.
10. Зильберман Г.Е. Электричество и магнетизм. М.: Наука,1970. – 384 с.
11. Калашников С.Г. Электричество. – М.: Наука, 1977. – 591 с.
12. Кучерук І.М. та ін. Загальний курс фізики: Навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцки; За ред. І.М. Кучерука: В 3-х т. – К.: Техніка, 2001.
13. Лансберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976. – 926 с.
14. Ремизов А.Н. Курс физики, электроники и кибернетики для медицинских институтов.- М.: Высшая школа, 1982. – 607 с.
15. Савельев И.В. Курс общей физики (в 3-х томах). – М.: Наука, 1979. – 840 с.