

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
СПЕКТРОСКОПІЯ ШВИДКОЗМІННИХ ПРОЦЕСІВ

галузь знань **0402** Фізико-математичні науки

Спеціальності 8.04020301 - Фізика

фізичного факультету

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

2013

Спектроскопія швидкозмінних процесів. Робоча програма навчальної дисципліни для студентів спеціальності 8.04020301 - Фізика фізичного факультету. — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013 — 8 с.

Розробник:

Волошиновський А.С., доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри експериментальної фізики.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри експериментальної фізики
Протокол № ___ від. “ ___ ” _____ 2013р.

Завідувач кафедри експериментальної фізики

_____ (Волошиновський А.С.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ ___ ” _____ 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

“ СПЕКТРОСКОПІЯ ШВИДКОЗМІННИХ ПРОЦЕСІВ ”)

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Кількість кредитів — 5	Галузь знань 0402 Фізико-математичні науки	Нормативна
Модулів — 1	Спеціальність: 8.04020301 – Фізика	<i>Рік підготовки:</i> 2-й
Змістових модулів — 1		<i>Семестр</i> 3-й
Загальна кількість годин — 180		<i>Лекції</i> 18 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних — 3 самостійної роботи студента — 7	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр	<i>Практичні, семінарські</i> -
		<i>Лабораторні</i> 36 год.
		<i>Самостійна робота</i> 126 год.
		<i>Вид контролю:</i> іспит

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета - Розкрити фізичні основи отримання коротких та надкоротких світлових імпульсів, ознайомитись з методами спектроскопії з часовим розділенням, фізичними процесами з надшвидкими часами релаксації.

Завдання – Навчити студентів оволодіти методами отримання коротких світлових імпульсів, вивчити обладнання та математичний апарат для аналізу амплітуди та форми імпульсів. Вивчити фізичні основи та апаратне забезпечення для створення імпульсних лазерів піко- та фемтосекундного діапазону, надшвидкі фізичні процеси; імпульсну абсорбційну, люмінесцентну та лазерну спектроскопію.

В результаті вивчення даного спецкурсу студент повинен

знати:

- математичні методи обробки результатів часових вимірювань;
- фізичні основи та апаратне забезпечення для створення імпульсних лазерів піко- та фемтосекундного діапазону;
- механізми надшвидких фізичних процесів;
- імпульсну абсорбційну, люмінесцентну та лазерну спектроскопію;

вміти:

- оволодіти методами отримання коротких світлових імпульсів;
- вивчити обладнання та математичний апарат для аналізу амплітуди та форми імпульсів;
- вимірювання часових параметрів для отримання оптичних характеристик матеріалів.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Спектроскопія швидкозмінних процесів.

Тема 1. Основні тенденції у розвитку спектроскопії з часовим розділенням. Абсорбційна та люмінесцентна спектроскопія. Імпульсні високоенергетичні збудження. Імпульсна лазерна спектроскопія.

Тема 2. Імпульсні джерела збудження. Іскровий розряд. Синхротронне випромінювання. Імпульсні пучки заряджених частинок. Сильнострумові прискорювачі електронів, γ -джерела. Імпульсні лазери.

Тема 3. Математичні методи обробки результатів часових вимірювань. Апаратна функція часового спектрометра. Рівняння згортки для збуджуючого імпульсу та імпульсу відгуку системи. Деконволюція. Чисельні методи розв'язування інтегро-диференціальних рівнянь Фрейнгольда 1-го роду. Метод регуляризації Тихонова. Ітераційні методи розв'язування некоректних математичних задач.

Тема 4. Імпульсні лазери. Генерація коротких лазерних імпульсів. Амплітудна модуляція. Механічна та електрооптична модуляція. Модуляція добротності лазерних резонаторів. Генерація «гігантських» оптичних імпульсів. Пікосекундні лазери. Фазова модуляція. Активна та пасивна синхронізація мод. Здвоєний режим роботи лазерів – синхронізація і модуляція добротності. Самосинхронізація мод. Оптична компресія. Схеми компресії.

Фемтосекундні лазерні системи. Задаючі генератори з фіксованою довжиною хвилі на основі твердо тілних та іонних лазерів. Перестроювані по частоті джерела спектрально-обмежених імпульсів. Нелінійно-оптичні компресори. Волоконно-оптичні модулятори та ґраткові компресори з фільтрами спектральних компонент. Нелінійно-оптичні компресори з

параметричним перетворенням частоти. Підсилення надкоротких імпульсів. Ширококутові оптичні підсилювачі.

Техніка вимірювань фемтосекундних імпульсів. Електронно-оптичні методи. Корелятори для фемтосекундних імпульсів.

Тема 5. Імпульсна абсорбційна спектроскопія з часовим розділенням. Імпульсний абсорбційний спектрометр на базі лінійного прискорювача електронів. Абсорбційна спектроскопія з подвійним збудженням. Короткоживучі пари френкелівських дефектів. Ефект «радіаційної» тряски.

Тема 6. Люмінесцентна спектроскопія з часовим розділенням. Часові параметри вторинних процесів випромінювання (люмінесценція, «гаряча» люмінесценція, різні види розсіяння світла, випромінювання Вавілова-Черенкова). Вплив процесів дезактивацій збуджених станів, температурного та концентраційного гасіння на кінетику випромінювання.

Тема 7. Міграційні процеси. Передача енергії збудження від донора до акцептора. Статичний перенос енергії збудження від матриці до випромінюючих центрів. Мультипольна взаємодія і її прояв в часових параметрах люмінесценції.

Процеси випромінювальної релаксації в субнаносекундному часовому інтервалі. Механізми над швидкої люмінесценції. Між зонні та внутрізонні випромінювальні переходи. Розпад високо енергетичних електронних збуджень. Автолокалізація електронних збуджень (V_k -центри, автолокалізовані екситони).

Тема 8. Лазерна імпульсна спектроскопія. Спектроскопія когерентних нестационарних процесів. Імпульсна Фур'є-спектроскопія. Нелінійні ефекти при збудженні над короткими імпульсами.

Тема 9. Застосування імпульсної спектроскопії в біології для вивчення процесів конформації білків, переносу енергії збудження в клітинах та фотосинтезу.

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
МОДУЛЬ 1						
Змістовий модуль 1. Спектроскопія швидкозмінних процесів						
Тема 1. Основні тенденції у розвитку спектроскопії з часовим розділенням. Абсорбційна та люмінесцентна спектроскопія. Імпульсні високоенергетичні збудження. Імпульсна лазерна спектроскопія.	12	2				10
Тема 2. Імпульсні джерела збудження. Іскровий розряд. Синхротронне випромінювання.	28	2		9		17
Тема 3. Математичні методи обробки результатів часових вимірювань.	14	2				12
Тема 4. Імпульсні лазери.	14	2				12
Тема 5. Імпульсна абсорбційна спектроскопія з часовим розділенням.	28	2		9		17

Тема 6. Люмінесцентна спектроскопія з часовим розділенням.	28	2		9		17
Тема 7. Міграційні процеси.	28	2		9		17
Тема 8. Лазерна імпульсна спектроскопія.	14	2				12
Тема 9. Застосування імпульсної спектроскопії в біології для вивчення процесів конформації білків, переносу енергії збудження в клітинах та фотосинтезу.	14	2				12
Разом – зм. модуль1	180	18		36		126
Усього годин	180	18		36		126

5. Теми семінарських занять

Семінарських занять у курсі не передбачено.

6. Теми практичних занять

Практичних занять не передбачено.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступне заняття. Врахування форми збуджуючого імпульсу при визначенні часових параметрів люмінесценції.	9
2.	Вимірювання спектрів люмінесценції та збудження люмінесценції з часовим розділенням.	9
3.	Визначення констант процесів передачі енергії збудження методами імпульсної спектроскопії.	9
4.	Осцилографічні методи дослідження часових процесів.	9
	Всього за семестр	36

8. Самостійна робота

Лекції, лабораторні

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Основні тенденції у розвитку спектроскопії з часовим розділенням. Абсорбційна та люмінесцентна спектроскопія. Імпульсні високоенергетичні збудження. Імпульсна лазерна спектроскопія.	6
2.	Імпульсні джерела збудження. Іскровий розряд. Синхротронне випромінювання.	10
3.	Математичні методи обробки результатів часових вимірювань.	10
4.	Імпульсні лазери.	10
5.	Імпульсна абсорбційна спектроскопія з часовим розділенням.	10
6.	Люмінесцентна спектроскопія з часовим розділенням.	10
7.	Міграційні процеси.	10

8.	Лазерна імпульсна спектроскопія.	10
9.	Застосування імпульсної спектроскопії в біології для вивчення процесів конформації білків, переносу енергії збудження в клітинах та фотосинтезу.	10
10.	Врахування форми збуджуючого імпульсу при визначенні часових параметрів люмінесценції.	10
11.	Вимірювання спектрів люмінесценції та збудження люмінесценції з часовим розділенням.	10
12.	Визначення констант процесів передачі енергії збудження методами імпульсної спектроскопії.	10
13.	Осцилографічні методи дослідження часових процесів.	10
	Разом:	126

10. Методи контролю

Робота на лекціях (5 балів), колоквіум (5 балів), контроль за виконанням лабораторних робіт шляхом допуску до лабораторних робіт та захисту лабораторних робіт (40 балів) – разом за семестр 50 балів, іспит – 50 балів. Сумарна оцінка, таким чином, виставляється за 100-бальною шкалою.

11. Розподіл балів, що присвоюється студентам

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

Поточне тестування та самостійна робота			Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1				
Л	Лаб.	Кол.	50	100
5	40	5		

Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS

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

12. Методичне забезпечення

13. Рекомендована література

Базова

1. С. А. Ахманов, В. А. Выслоух, А. С. Чиркин. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. — М.: Наука, 1988.
2. Сверхкороткие световые импульсы. Под ред. С.Шапиро. М.: Мир, 1981.
3. Херман Й., Вильгельми Б. Лазеры сверхкоротких световых импульсов. Под ред. П.Г.Крюкова. М.: Мир, 1986.
4. Параметрические генераторы света и пикосекундная спектроскопия. Под ред А.Пискарскаса. Вильнюс: Мокслас. 1983.
5. Зельдович Б.Я., Кузнецова Т.И. Генерация сверхкоротких импульсов света с помощью лазеров. УФН. 1972. Т.106. – С.47.
6. Ахманов С.А., Выслоух В.А., Чиркин А.С. Самовоздействие волновых пакетов в нелинейной среде и генерация фемтосекундных лазерных импульсов. УФН. Т.149.В.3. – С.450.
7. Измерение длительности сверхкоротких импульсов УФ излучения. Препринт физического факультета МГУ. № 26. М., 1987.

Допоміжна

7. Прохоров А.М. К 25-летию юбилею лазера. УФН. 1986. Т. 178. – С.3
8. Басов Н.Т. Квантовая электроника в Физическом институте им. П.Н.Лебедева. УФН. 1986. Т.148. – С.313.
9. Рахманов С.А., Выслоух В.А., Чиркин А.С. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. М., Наука. 1988. – 312 с.
10. Шен И.Р. Принципы нелинейной оптики. Под ред. С.А.Ахманова. М.: Наука, 1989.

14. Інформаційні ресурси

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