

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



Затверджено

Загальний

відділ

№ 02/10/15

19.11.2014

проф. з навчальної роботи.

М. В. Аврилюк С. В.

(Handwritten signature)
19.11.2014

Основи лазерної фізики
Робоча програма
вибіркової навчальної дисципліни
підготовки бакалавра
напряму 6.040203 Фізика

Луцьк 2014

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи лазерної фізики» для студентів напрямку 6.040203 «Фізика». - 9 вересня 2014 р. - 10 с.


Розробник: Головіна Ніна Анатоліївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри загальної фізики та методики викладання фізики

Рецензент: Трохимчук Петро Павлович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри теоретичної та математичної фізики СХУ імені Лесі Українки

Робоча програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри загальної фізики та методики викладання фізики протокол № 3 від 29 жовтня 2014 р.

Завідувач кафедри: _____  (Головіна Н.А.)

Робоча програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною комісією фізичного факультету протокол № 2 від 20. 10 . 2014 р.

Голова науково-методичної комісії фізичного факультету _____  (Муляр В.В.)

Робоча програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною радою університету протокол № 3 від 19. 11 . 2014 р.

I. СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис навчальної дисципліни

Характеристика навчальної дисципліни подається згідно з навчальним планом напряму підготовки 6.040203 – Фізика і представляється у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна /заочна форма навчання
Кількість кредитів 3,5	0402 – фізико-математичні науки	за вибором
Модулів 3	6.040203 Фізика	Рік підготовки четвертий
Змістових модулів 2		Семестр 8
ІНДЗ: <u>є</u>		Лекції <u>24год.</u>
Загальна кількість годин 126		
Тижневих годин (для денної форми навчання): аудиторних 4 самостійної роботи <u>3</u> індивідуальної роботи <u>3</u>	бакалавр	Лабораторні <u>24 год.</u>
		Самостійна робота <u>39 год.</u>
		Індивідуальна робота <u>39 год.</u>
		Форма контролю: залік

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Метою викладання навчальної дисципліни “Основи лазерної фізики” є ознайомлення студентів із основними принципами взаємодії електромагнітного поля з речовиною у різних діапазонах – від радіохвиль до рентгенівського і γ – випромінювання, принципом роботи базових елементів сучасної лазерної фізики, розгляд властивостей використовуваних матеріалів, ознайомлення з основними конструкціями існуючих лазерів та можливими застосуваннями у техніці, технологіях, медицині, навчальному процесі з фізики.

2.2. Основними завданнями вивчення дисципліни “Основи лазерної фізики” є

- дати уявлення про структуру та тенденції розвитку сучасної лазерної фізики;
- розглянути фізичні явища, що лежать в основі роботи квантових генераторів, сформулювати фізичні закони, що їх описують;
- розглянути основні конструкції оптичних квантових генераторів, принципи їх роботи, параметри та характеристики;
- проаналізувати сучасні застосування квантових генераторів.

2.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати :

- Спонтанне і індуковане випромінювання.
- Коефіцієнти Ейнштейна і співвідношення між ними.
- Характеристики когерентності електромагнітного випромінювання.
- Характеристики нерівноважних станів квантових систем.
- Від’ємна абсолютна температура.
- Можливості підсилення електромагнітного випромінювання в середовищах з від’ємною температурою.
- Умову самозбудження квантових генераторів.
- Основні положення теорії взаємодії електромагнітного випромінювання з квантовими системами.
- Загальну теорію квантових генераторів і підсилювачів.
- Відкриті резонатори та види втрат у резонаторах.
- Молекулярні генератори.
- Твердотільні лазери.
- Газові лазери.
- Напівпровідникові лазери.
- Лазери з перебудовою частоти випромінювання.
- Застосування лазерів.

вміти :

- Знімати та аналізувати спектри поглинання різних речовин, які використовуються в приладах квантової електроніки.
- Юстувати твердотільні лазери за допомогою оптичних важелів.
- Вимірювати енергетичні, спектральні та просторові характеристики лазерного випромінювання.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 126 годин / 3,5 кредитів ECTS.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Принципи роботи лазера. Типи лазерів

Тема 1. Світлові хвилі і фотони. Оптична когерентність.

Тема 2. Квантові переходи та процеси поглинання та випромінювання світла. Інвертоване активне середовище.

Тема 3. Виникнення лазерної генерації. Оптичний резонатор.

Тема 4. Основні відомості про лазер. До історії виникнення.

Тема 5. Типи лазерів та способи накачки. Твердотільні лазери.

Тема 6. Рідинні лазери. Фотодиссоційні лазери. Електроіонізаційні лазери.

Тема 7. Газові лазери на атомних переходах та іонні лазери. Молекулярні лазери.

Тема 8. Газодинамічні лазери. Хімічні лазери. Плазмові лазери.

Тема 9. Напівпровідникові лазери. Типи оптичних резонаторів.

Змістовий модуль 2. Управління випромінюванням лазера

Тема 10. Внутрірезонаторне управління спектральними характеристиками. Модуляція добротності лазера.

Тема 11. Генерація світлових імпульсів. Надкороткі піко секундні імпульси. Управління просторовою структурою поля випромінювання.

Тема 12. Перетворення частоти випромінювання в нелінійному середовищі. Обернення хвильового фронту випромінювання. Відхилення та сканування світлового променя.

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
Змістовий модуль 1					
Тема 1. Світлові хвилі і фотони. Оптична когерентність.	8	2		3	3
Тема 2. Квантові переходи та процеси поглинання та випромінювання світла. Інвертоване активне середовище.	8	2		3	3
Тема 3. Виникнення лазерної генерації. Оптичний резонатор.	12	2	4	3	3
Тема 4. Основні відомості про лазер. До історії виникнення.	8	2		3	3
Тема 5. Типи лазерів та способи накачки. Твердотільні лазери.	12	2	4	3	3
Тема 6. Рідинні лазери. Фотодиссоційні лазери. Електроіонізаційні лазери.	8	2		3	3
Тема 7. Газові лазери на атомних переходах та іонні лазери. Молекулярні лазери.	12	2	4	3	3
Тема 8. Газодинамічні лазери. Хімічні лазери. Плазмові лазери.	8	2		3	3
Тема 9. Напівпровідникові лазери. Типи оптичних резонаторів.	12	2	4	3	3
Змістовий модуль 2					
Тема 10. Внутрірезонаторне управління спектральними характеристиками. Модуляція добротності лазера.	10	2		4	4
Тема 11. Генерація світлових імпульсів. Надкороткі піко секундні імпульси. Управління просторовою структурою поля випромінювання.	10	2		4	4
Тема 12. Перетворення частоти випромінювання в нелінійному середовищі. Обернення хвильового фронту випромінювання. Відхилення та сканування світлового променя.	14	2	4	4	4
Усього годин	126	24	24	39	39

Теми лабораторних занять

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Вступне заняття. Правила техніки безпеки та пожежної безпеки в лабораторії лазерної фізики. Обчислення похибок.	2
2	Методи юстування відкритих резонаторів лазерів.	2
3	Дослідження випромінювання світло діода із р-п-переходом.	4
4	Вимірювання ширини вхідної щілини приладу по дифракційній картині з допомогою монохроматичного лазерного випромінювання.	4
5	Оцінка повних втрат лазерного випромінювання в світловоді.	4
6	Вивчення вольт-амперної, спектральної та енергетичної характеристики фотоприймачів.	4
7	Фотоелектричні методи кількісного спектрального аналізу.	2
8	Дослідження стаціонарного гелій-неонового лазера	2
	Разом	24

5. Самостійна робота

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Тема 1. Світлові хвилі і фотони. Оптична когерентність.	3
2	Тема 2. Квантові переходи та процеси поглинання та випромінювання світла. Інвертоване активне середовище.	3
3	Тема 3. Виникнення лазерної генерації. Оптичний резонатор.	3
4	Тема 4. Основні відомості про лазер. До історії виникнення.	3
5	Тема 5. Типи лазерів та способи накачки. Твердотільні лазери.	3
6	Тема 6. Рідинні лазери. Фотодиссоційні лазери. Електроіонізаційні лазери.	3
7	Тема 7. Газові лазери на атомних переходах та іонні лазери. Молекулярні лазери.	3
8	Тема 8. Газодинамічні лазери. Хімічні лазери. Плазмові лазери.	3
9	Тема 9. Напівпровідникові лазери. Типи оптичних резонаторів.	3
10	Тема 10. Внутрірезонаторне управління спектральними характеристиками. Модуляція добротності лазера.	4
11	Тема 11. Генерація світлових імпульсів. Надкороткі піко секундні імпульси. Управління просторовою структурою поля випромінювання.	4
12	Тема 12. Перетворення частоти випромінювання в нелінійному середовищі. Обернення хвильового фронту випромінювання. Відхилення та сканування світлового променя.	4
	Разом	39

6. Індивідуальні завдання

Підготувати реферат на одну із тем:

1. Лазер на рубіні.
2. Лазер на неодимі.
3. Лазер на нейтральних атомах.
4. Гелій-неоновий лазер.
5. Аргонний лазер.
6. Іонний лазер.
7. Молекулярний газовий лазер.
8. Лазер на коливально-обертальних переходах.
9. Лазер на електронно-коливальних переходах.
10. Лазер на органічних барвниках.
11. Хімічний лазер.
12. Напівпровідниковий лазер на гомо переході.
13. Напівпровідниковий лазер на гетеропереході.
14. Лазер на центрах окраски.
15. Лазер на вільних електронах.

Розв'язати комплект задач.

Звіт про виконання індивідуального завдання подається в друкованому вигляді.

7. **Методи навчання:** - словесний;

- метод моделювання;
- з використанням ЕОМ;
- демонстраційний експеримент та ін.

8. **Форма підсумкового контролю успішності навчання:** залік.

9. **Методи та засоби діагностики успішності навчання**

При викладанні даної дисципліни застосовуються такі *методи діагностики*:

- *щоденне спостереження*;
- *усне опитування (індивідуальне і фронтальне, усні заліки тощо)*;
- *письмовий контроль*;
- *графічна перевірка*;
- *практична перевірка*;
- *тестовий контроль*.

Залежно від специфіки організації контролю за навчальною діяльністю використовуються такі **форми діагностики**:

- фронтальна,
- групова,
- індивідуальна,
- комбінована,
- самоконтроль,
- взаємоконтроль.

Засоби діагностики:

- контрольні запитання;
- тести;
- задачі;
- індивідуальні науково-дослідні завдання (ІНДЗ);
- лабораторні роботи;
- модульні контрольні роботи (МКР);
- комплексні контрольні роботи (ККР).

Діагностика залишкових базових знань з дисципліни проводиться з використанням комплектів контрольних робіт (ККР), підготовлених викладачем та затверджених методичною комісією за напрямом 6.040203 – Фізика.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 3

Поточний контроль (мах = 40 балів)				Модуль 2	Модульний контроль (мах = 60 балів)	Загальна кількість балів
Модуль 1					Модуль 3	
ЛР				ІНДЗ	МКР	
ЛР1	ЛР2	ЛР3	ЛР4	20	60	100
5	5	5	5			

Шкала оцінювання (національна та ECTS)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену
90 – 100	A	Відмінно
82 – 89	B	Добре
75 - 81	C	
67 -74	D	Задовільно
60 - 66	E	
1 – 59	Fx	Незадовільно

11. Методичне забезпечення

Електронні лекції

12. Список джерел

1. Байбородин Ю.В. Основы лазерной техники / Ю.В. Байбородин. – К.:Вища школа, 1988. – 383 с.
2. Борейшо А.С. Лазеры устройство и действие / А.С. Борейшо. – Спб: Мех. Ин-т, 1992. -215 с.
3. Быков В.П. Лазерные резонаторы / В.П. Быков, О.О. Силичев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. -320 с.
4. Грибковский В.П. Полупроводниковые лазеры / В.П. Грибковский. – Минск, Университетское, 1988. -304 с.
5. Григорук В.І. Лазерна фізика / В.І. Григорук, П.А. Коротков, А.І. Хижняк. - К.:МП «Леся», 1997. -479 с.
6. Делоне Н.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом / Н.Б. Делоне. – М.: Наука, 1989. – 280 с.
7. Демтредер В. Лазерная спектроскопия / В. Демтредер. – М.: Наука, 1985. -608 с.
8. Звелто О. Принципы лазеров / О.Звелто. – М.: Мир, 1984. -395 с.
9. Качмарек Ф. Введение в физику лазеров / Ф.Качмарек. – М.: Мир, 1980. -540 с.
10. Кондиленко И.И. Физика лазеров / И.И. Кондиленко, П.А. Коротков, А.И. Хижняк. – К.: Вища школа, 1984. – 232 с.
11. Коротеев Н.И. Физика мощного лазерного излучения / Н.И. Коротеев, И.М. Шумай. – М.: Наука, 1991. -312 с.
12. Крылов К.И. Основы лазерной техники / К.И. Крылов. – Л.: Машиностроение, 1990. – 316 с.

13. Лазеры на алюмоиттриевом гранате с неодимом / Зверев Г.М., Голяев Ю.Д., Шалаев Ю.А., Шокин А.А. – М.: Радио и связь, 1985. -144 с.
14. Мак А.А. Лазеры на неодимовом стекле / А.А. Мак, Л.Н. Сом, В.А. Фромзель, В.Е. Яшин. - М.: Наука, 1990. -288 с.
15. Мэйтлэнд А. Введение в физику лазеров / А. Мэйтлэнд, М.Данн. – М.: Наука, 1978. - 408 с.
16. Пантел Р. Основы квантовой электроники /Р. Пантел, Г.Путхоф. – М.: Мир, 1972. - 384 с.
17. Пихтин А.Н. Физические основы квантовой электроники и оптоэлектроники / А.Н. Пихтин. – М.: Высшая школа, 1983. – 304 с.
18. Справочник по лазерной технике. – М.: Энергоатомиздат, 1991. -544 с.
19. Тарасов Л.В. Физика процессов в генераторах когерентного оптического излучения / Л.В. Тарасов. – М.: Радио и связь, 1981. -440 с.
20. Федоров Б.В. Лазеры. Основы устройства и применение / Б.В. Федоров. – М.:ДОСААФ, 1988. – 190 с.
21. Херман И. Лазеры сверхкоротких световых импульсов / И. Херман, Б. Вильгельми. – М.: Мир, 1986. -368 с.
22. Хьюстис Д.Л. Газовые лазеры / Д.Л. Хьюстис, П.Дж. Чантри, В.Дж. Виганд, Дж.У. Рич. – М.: Мир, 1986. – 552с.
23. Bennett W.R. The physics of gas lasers / W.R. Bennett. – New York, London, Paris.: Yale University, 1977.
24. Chang W. Principles of lasers and optics / W.Chang – Cambridge University Press, 2002. – 262 p.
25. Csele M. Fundamentals of light sources and lasers / M. Csele. - Wiley.: Interscience, 2004. -349 p.
26. Siegman A.E. Lasers / A.E. Siegman. – Mill Walley, California.: University Science Books, 1986. – 1304 p.
27. Silfvast W. T. Laser fundamentals. Second edition / W. T Silfvast. – Cambridge, 2010. - 670 p.
28. Yerdeyen J.T. Laser electronics / J.T. Yerdeyen. - New Jersey.: PRENTICE HALL, 1995. – 817 p.