

Дніпропвський Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Факультет фізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра фізики твердого тіла та оптоелектроніки

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

В.о. проректор з науково-педагогічної  
роботи

\_\_\_\_\_ Верба О.В.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 року

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

\_\_\_\_\_ Лазерна техніка та технології

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напрямок підготовки \_\_\_\_\_ 6.040204 Прикладна фізика

(шифр і назва напряму підготовки)

спеціальність \_\_\_\_\_

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація \_\_\_\_\_

(назва спеціалізації)

факультет/центр \_\_\_\_\_ Фізики, електроніки та комп'ютерних систем

(назва факультету/центру)

м. Дніпро – 2017 р.

Робоча програма «Лазерна техніка та технології» для студентів за напрямом підготовки 6.040204 Прикладна фізика, - 9 с.

Розробник: Швець Т.В., к.ф.-м-н., доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики твердого тіла та оптоелектроніки

Протокол від. “ 15 ” 05 2017 року № 14

Завідувач кафедри фізики твердого тіла та оптоелектроніки

\_\_\_\_\_ (Трубіцин М.П.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“ 16 ” 05 2017 року

Схвалено науково-методичною комісією за напрямом підготовки

6.040204 Прикладна фізика

(шифр, назва)

Протокол від. “ 16 ” 05 2017 року № 4

Голова \_\_\_\_\_ (Дробахін О.О.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“ 16 ” 05 2017 року

Схвалено Вченою радою факультету  
фізики електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від. “ 06 ” 06 2017 року № 76

Голова \_\_\_\_\_ (Коваленко О.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“ 06 ” 06 2017 року

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6,5	Галузь знань 0402 – фізико-математичні науки Напрямок підготовки 6.040204 – Прикладна фізика	нормативна	
Модулів – 1		рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		4-й	
Загальна кількість годин - 234		семестр	
		7-й	
Тижневих годин навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 8	Бакалавр	лекції	
		16 год.	
		практичні	
		34 год	
		лабораторні	
		34 год.	
		самостійна робота	
150год.			
Вид контролю: залік			

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Лазерна техніка та технології» є підготовка фахівців, які глибоко володіють знаннями в області фізики лазерних систем, знайомство з основами роботи оптичних квантових генераторів (ОКГ), підготовка до практичної роботи по використанню лазерів в оптико-фізичних дослідженнях

Завдання вивчення дисципліни полягає в оволодінні теоретичними основами в області фізичних основ роботи ОКГ.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: фізичні основи роботи оптичних квантових генераторів, конструкцію лазерної техніки.

вміти: використовувати лазерну техніку в практичній роботі, проведенні фізичних досліджень.

## 3. Програма навчальної дисципліни

**ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.** Фізичні основи лазерної техніки.

**ТЕМА 1.1** Загальна характеристика дисципліни. Задачі дисципліни.

**ТЕМА 1.2** Взаємодія випромінювання з речовиною.

Оптичні переходи в квантових системах. Коефіцієнти Ейнштейна. Поширення спектральних ліній. Активне середовище

**ТЕМА 1.3** Принципи підсилення та генерації.

Полоса пропускання підсилювача бігучої хвилі шум квантового підсилювача. Прокідний та відбиваючий підсилювачі. Умови самозбудження. Умови резонансу. Максимальна вихідна потужність.

**ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2.** Оптичні резонатори.

**ТЕМА 2.1.** Резонанси оптичного резонатора.

Добротність. Модовий склад випромінювання лазера. Розподіл поля всередині резонатора. Стійкі та нестійкі резонатори. Інтегральне рівняння відкритого резонатора. Селекція поперечних мод. Частотна селекція. Дисперсійні резонатори.

**ТЕМА 2.2.** Пасивні оптичні резонатори. Резонанси замкнених об'ємів. Відкриті резонатори. Число Френеля. Моді. Дифракційні втрати.

**ТЕМА 2.3.** Конфокальний резонатор.

Гаусові пучки. Аналогія між конфокальними резонаторами та лінзовим конфокальним світловодом

**ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3** Лазерна техніка.

**ТЕМА 3.1** Газові лазери.

Накачка електронним ударом. Процеси, що проходять у плазмі. Співвідношення ймовірності прямих та зворотних процесів. Іонний ОКГ. Створення інверсії при непружних зіткненнях. Передача енергії при непружних зіткненнях. Гелій-неоновий лазер. Створення інверсії в молекулярних газах. Процеси заселення рівнів енергії в молекулярних системах. Коефіцієнт підсилення на коливально-обертальних переходах. Лазер на  $\text{CO}_2$ . Газодинамічні лазери. Електророзрядні лазери на молекулах. Лазери на самообмежених переходах. Азотний лазер. Ексімерні лазери. Створення інверсії при дисоціації молекул. Фотодисоціація. Дисоціація при зіткненні зі збудженими частками

**ТЕМА 3.2.** Хімічні лазери.

Хімічна реакція як процес, що веде до порушення рівноваги. Кінетика встановлення рівноваги в молекулярному середовищі. Екзотермічні реакції та коливальна енергія. Релаксація внутрішньої енергії молекули. Ланцюжкові реакції. Хімічні лазери імпульсної та безперервної дії.

**ТЕМА 3.3.** Твердотільні лазери.

Твердотільні лазери з оптичною накачкою. Метод допоміжного випромінювання накачки. Трьох та чотирьохрівневі схеми накачки. Безвипромінювальна релаксація в твердому тілі. Лазери на рубіні та неодимі. Лазери на склі. Напівпровідникові лазери. Особливості напівпровідникових лазерів. Прямоzonні та непрямоzonні напівпровідники. Рекombінаційне випромінювання. Умова інверсії. Безвипромінювальна рекombінація. Внутрішній квантовий вихід. Діодні інжекційні лазери. Зонна структура напівпровідників. Вироджений напівпровідник. Інверсія при інжекції носіїв. Гетероструктури.

**ТЕМА 3.4.** Лазери на органічних фарбниках.

Система термів. Способи створення інверсії. Спектр генерації фарбника. Способи селекції частот в лазері на фарбниках. Спектрально-люмінесцентні властивості фарбників. Схема рівнів та цикл накачки. Перебудова частоти випромінювання. Безперервний та імпульсний режими.

**ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 4** Технологія виробництва лазерів.

**ТЕМА 4.1** Вакуумна технологія газових лазерів.

Цикл технологічної обробки. Вакуумні стенди. Обезгажування та тренування газорозрядних трубок. Заповнення трубки активного сумішшю. Перевірка здатності трубки до генерації.

**ТЕМА 4.2** Виготовлення газорозрядної трубки.

Основні етапи виготовлення газових лазерів. Етапи виготовлення газорозрядної трубки. Вимоги щодо матеріалу газорозрядної трубки. Вакуумна густина. Газовиділення. Коефіцієнт термічного розширення. Температура розм'якшування.

**ТЕМА 4.3.** Зборка газорозрядної секції.

Підготовка та з'єднання елементів трубки. Спрямлення трубки. Калібрування трубки. Підготовка кювети, обробка кінців. Кінцеві та електронні секції. З'єднання кювети та кінцевих секцій.

Вікна газорозрядної трубки. Вимоги до матеріалу вікон. Якість обробки вікон. Приклеювання та припаювання вікон трубки. Безклеєві з'єднання. Прилад для приклеювання скла.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього						усього					
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1 Фізичні основи лазерної техніки.</b>												
<b>Тема 1.1</b> Загальна характеристика дисципліни.	4	2		2								
<b>Тема 1.2</b> Взаємодія випромінювання з речовиною.	26	2		4		20						
<b>Тема 1.3.</b> Принципи підсилення та генерації.	6	2		4								
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	36	6		10		20						
<b>Змістовий модуль 2 Оптичні резонатори.</b>												
<b>Тема 2.1.</b> Резонанси оптичного резонатора.	22	2		4		16						
<b>Тема 2.2</b> Пасивні оптичні резонатори.	21	1		4		16						
<b>Тема 2.3</b> Конфокальний резонатор.	21	1		4		16						
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	64	4		12		48						
<b>Змістовий модуль 3. Лазерна техніка.</b>												
<b>Тема 3.1</b> Газові лазери.	22	2		4		16						
<b>Тема 3.2</b> Хімічні лазери	3	1		2								
<b>Тема 3.3</b> Твердотільні лазери	22	2		4		16						
<b>Тема 3.4.</b> Лазери на органічних фарбниках.	19	1		2		16						
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	66	6		12		48						
<b>Змістовий модуль 4 Технологія виробництва лазерів</b>												
<b>Тема 4.1</b> Вакуумна технологія газових лазерів.	27		10			18						
<b>Тема 4.2.</b> Виготовлення газорозрядної трубки.	28		12			16						
<b>Тема 4.3.</b> Зборка газорозрядної секції.	12		12									
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	68		34			34						
<b>Усього годин</b>	234	16	34	34		150						

#### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
4.1.	Вакуумна технологія газових лазерів. Цикл технологічної обробки. Вакуумні стенди. Обезгажування та тренування газорозрядних трубок. Заповнення трубки активного сумішшю. Перевірка здатності трубки до генерації.	12

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
4.2.	Виготовлення газорозрядної трубки. Основні етапи виготовлення газових лазерів. Етапи виготовлення газорозрядної трубки. Вимоги щодо матеріалу газорозрядної трубки. Вакуумна густина. Газовиділення. Коефіцієнт термічного розширення. Температура розм'якшування.	12
4.3.	Зборка газорозрядної секції. Підготовка та з'єднання елементів трубки. Спрявлення трубки. Калібрування трубки. Підготовка кювети, обробка кінців. Кінцеві та електронні секції. З'єднання кювети та кінцевих секцій. Вікна газорозрядної трубки. Вимоги до матеріалу вікон. Якість обробки вікон. Приклеювання та припаювання вікон трубки. Безклеєві з'єднання. Прилад для приклеювання скла.	10

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.2.	Методи юстирування лазерів	8
3.1.	Дослідження когерентності випромінювання газового лазера	8
3.3.	Вивчення лазера на твердому тілі	4
2.2	Дослідження структури поля і параметрів лазерів	8
3.1	Дослідження газового лазера	6
	УСЬОГО	34

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.2	Оптичні переходи в квантових системах	20
2.1	Модовий склад випромінювання лазера.	16
2.2	Резонанси замкнених об'ємів	16
2.3	Конфокальний резонатор.	16
3.1	Гелій-неоновий лазер.	16
3.3	Твердотільні лазери з оптичною накачкою	16
3.4	Спектрально-люмінесцентні властивості фарбників.	16
4.1	Вакуумна технологія газових лазерів.	18
4.2	Виготовлення газорозрядної трубки	16
	УСЬОГО	150

### 10. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні, наочні, практичні методи передачі та сприймання навчальної інформації, пояснювально-ілюстративний, проблемний та дослідницький характер пізнавальної діяльності з метою оволодіння новими знаннями, формуванням вмінь і навичок, перевірки та оцінювання знань й умінь за допомогою усного викладу знань, закріплення навчального матеріалу, самостійної роботи з осмислення й засвоєння

нового матеріалу роботи з можливим застосуванням знань на практиці та вироблення вмінь і навичок.

## 11. Методи контролю

У семестрі відбувається контроль з боку викладача та самоконтроль за такими формами контролю: поточний контроль, контроль за змістовними модулями, іспит.

Навчальна дисципліна оцінюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається з 4 модулів в семестрі.

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота												Сума	
ЗМ 1			ЗМ 2			ЗМ 3				ЗМ 4			100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	
7	8	8	7	8	8	7	8	8	8	7	8	8	

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференціального заліку, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
64-74	D	задовільно	
60-63	E		
0-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
	F*	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

При перекладанні підсумкового контролю максимальна кількість балів зменшується до 80.

## 13. Методичне забезпечення

1. Бугрим Е.Д. Основи квантової електроніки. ДДУ, 1990, 56 с.
2. Інструкції к спецпрактикуму по курсу «Лазерные системы», ДДУ, 1984, 70 с.
3. Лабораторний практикум із лазерної техніки Дніпропетровськ, РВВ ДНУ, 2010, 43 с.

## 14. Рекомендована література

### Базова

1. Качмарек. Введение в физику лазеров. «Мир», М., 1981.
2. Байбородин. Основы лазерной техники. «Вища школа», 1981.

3. Ищенко, Ю. М. Климков Оптические квантовые генераторы. «Советское радио», М., 1968.
4. Анохов, Т. Я. Марусий, М. С. Соскин. Перестраиваемые лазеры. М., «Радио и связь», 1982.
5. Елецкий А. В., Смирнов Б. М. Газовые лазеры. – М., Атомиздат, 1971.
6. Пестов Э. Г., Лапшин Г. М. Квантовая электроника. – М.: Воениздат, 1972.
7. Справочник по лазерам / Под ред. А.М. Прохорова. В 2-х томах. М., Сов. Радио, 1978.
8. Справочник по лазерной технике / Под ред Ю.В. Байбородина, Киев, Техника, 1978.
9. О Шиа Д., Коллен Р., Родс У. Лазерна техника, пер. с англ. М.: Мир, 1980.
10. Звелто О. Физика лазеров, пер. с англ. М.: Мир 1984.
11. Байбородин Ю.В. Введение в лазерную технику. Киев: Техніка, 1970.
12. Белостоцкий Б.Р.. Основы лазерной техники. М.: Сов. радио, 1972.
13. Квантовая электроника / Под ред. М.Е. Жаботинского. М.: Сов. энциклопедия, 1969.
14. Рожков О.В. Особенности конструирования лазеров. М.: МВТУ, 1986. – 56 с.
15. Хирд Г. Измерение лазерных параметров. М.: Мир, 1970, 539 с.
16. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н. Оборудование и технология лазерной обработки материалов. М.: Высшая школа, 1990, 159 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. Наукова бібліотека ДНУ ім. Олеса Гончара, 49025, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72
2. Обласна наукова бібліотека, 49025, м. Дніпропетровськ, вул. Савченко



## Структура рейтингової системи оцінювання

**Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара**

**Кафедра** фізики твердого тіла та оптоелектроніки

**Дисципліна** Лазерна техніка та технології

**Академічні групи** КП-14-1

**Навчальний рік** 2017 / 2018

**Семестр** 7 (залік)

Вид контролю	Кількість завдань	Кількість балів		Тиждень подачі або проведення
		за одиницю контролю	всього	
1. Тестові завдання для перевірки засвоєння лекційного матеріалу	1	3	3	1 – 5 тижні
2. Перевірка завдань за темами для самостійного опрацювання	5	2	10	1 – 5 тижні
3. Перевірка підготовки самостійної роботи з виступом-презентацією	1	10	10	1 – 5 тижні
<i>Всього за змістовим модулем 1</i>		<i>23 балів</i>		
1. Тестові завдання для перевірки засвоєння лекційного матеріалу	1	3	3	6 – 11 тижні
2. Перевірка завдань за темами для самостійного опрацювання	5	2	10	6 – 11 тижні
3. Перевірка підготовки самостійної роботи з виступом-презентацією	1	10	10	6 – 11 тижні
<i>Всього за змістовим модулем 2</i>		<i>23 балів</i>		
1. Перевірка завдань за темами для самостійного опрацювання	3	5	15	12 – 14 тижні
2. Перевірка виконання самостійної роботи № 1	1	16	16	12 – 14 тижні
<i>Всього за змістовим модулем 3</i>		<i>31 балів</i>		
1. Перевірка завдань за темами для самостійного опрацювання	3	5	15	15 – 17 тижні
2. Перевірка виконання самостійної роботи № 2	1	13	13	15 – 17 тижні
<i>Всього за змістовим модулем 4</i>		<i>23 балів</i>		
<b>Разом</b>		<b>100 балів</b>		

Викладач – доц. Швець Т.В.

Викладач, який проводить лабораторні заняття – Сетов Є.А.

Затверджено на засіданні кафедри фізики твердого тіла та оптоелектроніки (протокол № 14 від 15 травня 2017 року).

Завідувач кафедри

проф. Трубіцин М.П.