

# Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

(назва інституту/факультету)

Кафедра кореляційної оптики

(назва кафедри)

## СИЛАБУС навчальної дисципліни

(вказати назву навчальної дисципліни (іноземною, якщо дисципліна викладається іноземною мовою))

Квантова електроніка

(вказати: обов'язкова)

Освітньо-професійна програма «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

(назва програми)

Спеціальність № 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(вказати: код, назва)

Галузь знань №15 Автоматизація та приладобудування

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

(вказати: перший (бакалаврський)/другий (магістерський)/третій (освітньо-науковий))

Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

(вказати: на яких мовах читається дисципліна)

Розробник: Єрмоленко Сергій Борисович, доцент кафедри кореляційної оптики, кандидат фізико-математичних наук

(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

Профайл викладача (-ів) <http://ptcsi.chnu.edu.ua/teachers/єрмоленко-сергій-борисович/>

Контактний тел. (03722) 4-47-30

E-mail: s.yermolenko@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2447>

Консультації  
Очні консультації: 1 год, середа 8:20, ауд. Б301  
Онлайн-консультації: середа 17:00

### **1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).**

Курс «Квантова електроніка» викладається як нормативна дисципліна у першому семестрі третього курсу бакалаврату, що дає можливість формулювати змістовні дослідницькі теми, пов'язані з тематикою квантових генераторів, для бакалаврських кваліфікаційних робіт, а також дипломних і магістерських кваліфікаційних робіт на наступних курсах. Лекційний курс доповнений лабораторним практикумом, для якого пропонуються шість лабораторних робіт з розрахунку 30 годин на семестр.

**2. Мета навчальної дисципліни:** дати уявлення про фундаментальні фізичні процеси, що лежать в основі оптичної і квантової електроніки; розглянути принцип дії, особливості конструкцій і вимоги до матеріалів та елементів квантових генераторів; розглянути можливості і технічні характеристики приладів та пристроїв квантової та оптичної електроніки, підготувати майбутніх фахівців до теоретично грамотного їх застосування і подальшого вивчення спеціальної літератури з окремих питань даної галузі.

**3. Пререквізити.** Дисципліна логічно пов'язана з курсами «Геометрична оптика», «Фізична оптика», «Коливання і хвилі», «Статистична оптика», «Сингулярна оптика», «Фотоніка та оптоінформатика» та «Основи кореляційної оптики».

### **4. Результати навчання**

Студент повинен набути наступних компетентностей:

ІК – здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми метрології та інформаційно-виміральної техніки, оптотехніки та оптоелектроніки, що передбачає застосування теорію, методи і принципи метрології, способів побудови засобів автоматизації та основ оптоелектронного приладобудування;

ЗК01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.

ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК1. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання.

ФК2. Здатність проектувати засоби інформаційно-виміральної техніки та описувати принцип їх роботи.

ФК3. Здатність, виходячи з виміральної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів виміральної техніки.

ФК4. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань.

ФК5. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів виміральної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів.

ФК11. Здатність застосовувати основні положення та закони хвильової оптики, квантової та нелінійної оптики під час розв'язання практичних задач проектування та конструювання оптичних та оптико-електронних приладів, лазерної техніки із використання мікропроцесорних елементів.

**знати:** теоретичні основи побудови і функціонування квантових систем; принципи роботи основних типів квантових приладів; принципи вимірювання основних характеристик квантових приладів.

ЗН1 – здатність продемонструвати знання і розуміння математичних методів та фізичних принципів, необхідних для розв'язування інженерних задач й виконання досліджень в області оптики та її застосувань;

ЗН2 – здатність продемонструвати знання сучасного стану досліджень, тенденцій розвитку, найбільш важливих розробок та новітніх технологій у галузі оптики;

**вміти:** вибирати і застосовувати відповідний тип квантових приладів для конкретних задач; оцінювати теоретично досяжні параметри елементів сучасної квантової та оптоелектронної техніки; користуватись на практиці основними типами квантових приладів.

ПР02. Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірального експерименту.

ПР09. Розуміти застосовуванні методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання.

ПР11. Знати стандарти з метрології, засобів вимірювальної техніки та метрологічного забезпечення якості продукції.

ПР19. Знання основних положень та законів хвильової оптики, квантової та нелінійної оптики, особливостей лазерної техніки під час розв'язання практичних задач з проектування оптичних та оптико-електронних приладів.

ПР20. Знання основних типів, параметрів та характеристик джерел та приймачів випромінювання, будови оптико-електронних приладів.

ПР24. Навички експлуатації лазерної, оптоелектронної та спектральної техніки, спеціалізованого технологічного, медичного обладнання, інформаційних комп'ютеризованих оптичних систем.

## 5. Опис навчальної дисципліни

### 5.1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни _____ <u>Квантова електроніка</u> _____												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	3-ий	5-ий	4	120	3	30	–	–	30			іспит
Заочна												

### 5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
		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	
Теми лекційних занять	<b>Змістовий модуль 1. Фізичні основи оптичних квантових генераторів</b>												
<b>Тема 1.</b> Спонтанне та вимушене випромінювання. Взаємодія випромінювання з речовиною.		2				5							
<b>Тема 2.</b> Процеси накачування.		3		5		5							
<b>Тема 3.</b> Пасивні оптичні резонатори.		3				5							

<b>Тема 4.</b> Неперервний і нестационарний режими роботи лазерів		4		5		5							
Разом за змістовим модулем 1		12		10		20							
<b>Змістовий модуль 2. Типи лазерів</b>													
<b>Тема 5.</b> Твердотільні лазери.		2				4							
<b>Тема 6.</b> Газові лазери.		2		5		4							
<b>Тема 7.</b> Рідинні лазери. Лазери на фарбниках		2				4							
<b>Тема 8.</b> Напівпровідникові лазери		2		5		4							
<b>Тема 9.</b> Хімічні лазери.		2				4							
Разом за змістовим модулем 2		10		10		20							
<b>Змістовий модуль 3. Властивості лазерних пучків</b>													
<b>Тема 10.</b> Властивості лазерних пучків.		2		5		5							
<b>Тема 11.</b> Застосування методів квантової електроніки		2				5							
<b>Тема 12.</b> Лазерна спекл-картина.		2		5		5							
<b>Тема 13.</b> Лазерний термоядерний синтез. Лазерне охолодження атомів.		2				5							
Разом за змістовим модулем 3		8		10		20							
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>30</b>		<b>30</b>		<b>60</b>							

## 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Настроювання резонатора та юстування газового ОКГ	5
2	Вивчення джерел оптичної накачки імпульсних ОКГ	5
3	Настроювання резонатора та юстування газового ОКГ за допомогою лазерного променя	5
4	Вивчення методів реєстрації короткочасних світлових імпульсів та часових характеристик імпульсного ОКГ	5
5	Настроювання резонатора та юстування твердотільного ОКГ за допомогою автоколіматора	5
6	Вивчення характеристик і параметрів випромінювання ОКГ неперервної дії	5

### 5.4. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми	К-сть годин
1	Підготовка до лабораторних занять, опрацювання лекційного матеріалу.	34
2	Спонтанне та вимушене випромінювання.	6
3	Переріз переходу, коефіцієнти поглинання і підсилення. Спонтанне випромінювання. безвипромінювальна релаксація. Насичення поглинання, підсилення. Вироджені рівні.	12
4	Ефективність поглинання і квантовий вихід накачування. Електрична накачка.	14
5	Інтерферометр Фабрі-Перо. Час життя фотона і добротність резонатора. Розповсюдження гаусового променя і закон ABCD. Нестійкі резонатори.	12
6	Швидкісні рівняння трьох- і чотирьохрівневого лазера. Неперервний режим роботи лазера (трьох- і чотирьохрівневого лазер). Синхронізація мод.	10
7	Лазери на неорганічних рідинах. Лазери на розчинах органічних барвників.	12
8	Лазерні діоди з вертикальним резонатором. Лазерні діоди зі зворотнім зв'язком. Інжекційні лазери. Лазери на гомо і гетеропереходах. Лазери на подвійних гетероструктурах.	12
	Разом	60

\* Самостійна робота студентів складається з підготовки до лекційних і лабораторних занять, опрацювання лекційного матеріалу, що становить 100% від аудиторного навантаження та опанування тем, визначених для самостійного вивчення.

## 6. Система контролю та оцінювання

### Види та форми контролю

Опитування на лекціях, допуск та захист лабораторних робіт, поточні та підсумкові (модульні) контрольні роботи, тестування, опитування на екзамені.

### Засоби оцінювання

Звіт до лабораторних робіт, реферати, поточні та підсумкові (модульні) контрольні роботи, тестування, заняття на лабораторному обладнанні.

### Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)												Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів	
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					Змістовий модуль 3			40	100	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12			T13
3	3	3	10	3	3	3	10	3	10	3	3			3

## 7. Рекомендована література

### 7.1. Базова (основна)

1. Птащенко О.О. Основи квантової електроніки: навчальний посібник. - Одеса: Астропринт, 2010. – 392 с.
2. Звелто О. Принципы лазеров. – М.: Мир, 1990. – 560 с.
3. Крилов К.І., Прокопенко В.Т., Тарликов В.А. Основи лазерної техніки. - Л.: Машинобудування, 1990.
4. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. – М.: Наука, 1988. – 336 с.
5. Байбородин Ю.В. Основы лазерной техники. – К.: Вища школа, 1988. – 383 с.
6. Стьопін Л.Д., Мовчан С.П. Квантові генератори та підсилювачі. -К.: Вища школа, 1970.- 343с.
7. Страховский Г.М., Успенский А.В. Основы квантовой электроники. Изд.2-е. -М.: Высшая школа, 1979.- 303с.
8. Матковський А.О. Матеріали квантової електроніки. -Львів: Ліга-Прес, 2000.-292с.

### 7.2. Допоміжна

1. Качмарек Ф. Вступ у фізику лазерів. - М.: Мир, 1981.
2. Піхтін А.Н. Фізичні основи квантової електроніки. - М: Вища школа, 1983.
3. Рябов С.Г. і ін. Прилади квантової електроніки. - М: Радіо і зв'язок, 1985.
4. Мітрофанов А.С. Основні принципи роботи лазерів. Навчальний посібник. - СПб.: СПБІТМО, 1999.

## 8. Інформаційні ресурси

1. Квантова електроніка. (Мудл\_Цифровий університет. ЧНУ)