

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра \_квантової радіофізики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Сучасні проблеми квантової радіофізики**

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ Другий магістерський рівень вищої освіти \_\_\_\_\_  
галузь знань \_\_\_\_\_ 10 Природничі науки \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
спеціальність \_\_\_\_\_ 105 Прикладна фізика та наноматеріали \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
освітня програма \_\_\_\_\_ Радіофізика і електроніка \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
вид дисципліни \_\_\_\_\_ За вибором \_\_\_\_\_  
(обов'язкова / за вибором)  
факультет \_\_\_\_\_ радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від “ 17 ” червня 2020 року № 7

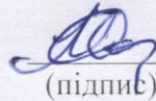
РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

Професор кафедри квантової радіофізики, д.ф.-м.н., професор Станіслав ДЮБКО

Програму схвалено на засіданні кафедри квантової радіофізики

Протокол від “ 16 ” червня 2020 року № 9

Завідувач кафедри квантової радіофізики

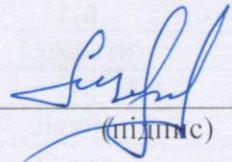
  
(підпис)

(проф. Вячеслав МАСЛОВ)  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією  
факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від “ 17 ” червня 2020 року № 7

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

  
(підпис)

(проф. Леонід ЧОРНОГОР)  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

“Сучасні проблеми квантової радіофізики ” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра спеціальності (напряму) – 105 прикладна фізика та наноматеріали спеціалізації –

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є сучасні дослідження та найбільш значущі досягнення за останні 30 років в галузі квантової радіофізики.

**Програма** навчальної дисципліни складається з курсу лекцій та самостійної роботи.

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни .

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є

Знайомство студентів ,що спеціалізуються в галузі квантової радіофізики з сучасними дослідженнями та найбільш значущими досягненнями за останні 30 років .

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Знайомство з проблемою ТГц, новітніми методами широкодіапазонної спектроскопії та ідеями створення надчутливих приладів на базі нового типу речовини – атомів в рідбергівському стані.

1.3. Кількість кредитів -4

1.4. Загальна кількість годин -120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна / за вибором
Денна форма навчання Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки
1-й
Семестр
2-й
Лекції
32 год.
Практичні, семінарські заняття
Лабораторні заняття
Самостійна робота
88 год.
Індивідуальні завдання
год.

1.6. Заплановані результати навчання

Як результат навчання студенти повинні:

знати: стан сучасних досліджень і найбільш значущі досягнення за останні 30 років в галузі квантової радіофізики;

вміти: робити розрахунки параметрів приладів з граничною чутливістю.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

**Тема 1. Введення. Історія розвитку квантової радіофізики за останні 30 років.**  
Нобелівські премії за роботи в галузі квантової радіофізики. Розвиток лазерів субміліметрового діапазону довжин хвиль на кафедрі квантової радіофізики ХНУ. Роботи кафедри в галузі спектроскопії атомів в рідбергівських станах.

**Тема 2. Квантова радіофізика та проблема ТГЦ.**

Нові методи генерації ширококутового та вузькокутового випромінювання в ТГЦ – діапазоні.

**Тема 3. Квантова радіофізика та проблема ТГЦ.**

Новітні методи детектування випромінювання в ТГЦ – діапазоні.

**Тема 4. Квантова радіофізика та проблема ТГЦ.**

Широкодіапазонна спектроскопія.

**Тема 5. ТГЦ – методи моніторингу навкілля та боротьби з тероризмом.**

**Тема 6. Рідбергівські атоми – речовина з новими унікальними властивостями.**

Методи отримання високо збуджених атомів та ідеї по використанню їх для побудови приладів нового покоління з рекордними параметрами по чутливості.

**Тема 7. Лазерні методи охолодження речовини.**

Використання холодних атомів в лазерних комп'ютерах та стандартах частоти.

**Тема 8. Нові ідеї побудови с квантових стандартів частоти з стабільністю до  $10^{19}$ .**

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
Тема 1. Введення.	11	2				9
Тема 2. Проблема ТГЦ. Генерування широкодіапазонного випромінювання.	20	4				16
Тема 3. Проблема ТГЦ. Детектування широкодіапазонного випромінювання. зелектромагнітним полем.	16	4				12
Тема 4. Проблема ТГЦ. Широкодіапазонна спектроскопія	16	4				12
Тема 5 ТГЦ – методи моніторингу навкілля та боротьби з тероризмом.	18	6				12
Тема 6. Рідбергівські атоми	18	6				12
Тема 7. Лазерні методи охолодження речовини.	16	4				12
Тема 8. Новітні стандарти частоти.	16	4				12
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>				<b>88</b>

**4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять**  
Семінарських (практичних, лабораторних) занять не заплановано.

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи: робота з літературою	Кількість годин
1	Тема 1. Квантова радіофізика, проблеми медицини і біофізики.	16
2	Тема 2. Квантова радіофізика і проблема «терагерц», проблема термоядерного синтезу	12
3	Тема 3. Квантова радіофізика і проблеми астрофізики	12
4	Тема 4. Квантова радіофізика і проблеми перегріву Землі.	12
5	Тема 5. Квантова радіофізика і проблема «зоряних воєн».	12
6	Тема 6. Рідбергівські атоми - основа приладів квантової радіофізики нового покоління	12
7	Тема 7. Проблема лазерного охолодження речовини.	12
8	Тема 8. Квантова радіофізика і проблема створення нових стандартів частоти	12
	Разом	<b>88</b>

#### 6. Індивідуальні завдання

Індивідуальних завдань не заплановано.

#### 7. Методи контролю

Курс побудовано на лекційних заняттях, що знайомлять студентів з теоретичним матеріалом. Питання для теоретичного опитування, завдання для самостійної роботи наведені в рекомендованій літературі з даного курсу. На самостійну роботу виведено низку питань, що стосуються змісту курсу, що вивчається, але не входять до лекцій.

Поточний контроль включає роботу на лекційних заняттях і самостійну роботу  
Підсумковий контроль - іспит (40 балів).

#### 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота								Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	60	40	100
8	7	7	8	8	8	7	7			

Розділ зараховується студентові, якщо він набирає не менш 50 % можливих балів за тему. Студент допускається до іспиту, якщо всі розділи зараховані та здано звіт за лабораторними роботами. Студент не допускається до іспиту, якщо набирає протягом семестру менше 10 балів (з урахуванням оцінки звіту за лабораторними роботами).

Студенти з підсумковим рейтингом < 10 вважаються такими, що не допущені до іспиту з дисципліни. Їм перед сесією надається можливість підвищити оцінку і отримати допуск до іспиту шляхом виправлення нульових оцінок з окремих видів занять і контрольних завдань. Термін і порядок ліквідації заборгованостей установлюється викладачем

### КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

1. Виконання кожного завдання виконання залікового білету оцінюється балом за таблицею

№ з/п	Кільк. балів	При оцінці відповіді на теоретичні питання	При оцінці розв'язання задачі
1	0	Виявлено, що студент виявив академічну недобросовісність	
2	1-8	Наведено лише визначення термінів, які входять до формулювання питання	Записано коротку умову, наведено діаграму або рисунок до задачі, записано основні закони з цієї теми
3	9-19	Наведено лише загальні відомості	Додатково до п.2 вказано метод розв'язання задачі
4	20-24	Наведено нечітку відповідь	Додатково до п.3 при правильному виборі методу розв'язання задачі допущено грубі помилки
5	25-32	Наведено відповідь з незначними помилками	Додатково до п.3 при правильному виборі методу розв'язання задачі не доведено до кінця
6	33-36	Наведено правильну в цілому відповідь з порушеннями логіки викладення матеріалу або без належних ілюстрацій чи оформлення відповіді ускладнює розуміння тексту	Задачу доведено до правильної кінцевої формули і на тому припинено розв'язання
7	37-40	Повна бездоганна відповідь	Здобуто правильну кінцеву формулу та проведено її аналіз, перевірку на розмірність, вірно визначено числове значення

2. Загальна оцінка екзамена за 40-бальною шкалою розраховується за формулою:

$$\text{Оцінка} = (П1+П2+П3+П4)/4 ,$$

де П1, П2, П3, П4 – бали за відповіді на окремі завдання екзаменаційного білету.

### 9. Рекомендована література

#### Основна література

1. О.Звелто. Принципы лазеров. М.: Мир, 1990, 560 с.
2. Б.Ф.Фёдоров. Лазеры. Основы устройства и применение. М.: ДОСААФ, 1988, 190 с.
3. А.Н.Пихтин. Оптическая и квантовая электроника. М.: Высшая школа, 2001, 573 с.

## Допоміжна література

1. И.И.Кондиленко, П.А.Коротков. Введение в атомную спектроскопию. К.: Вища школа, 1976, 304 с.
2. С.Ф.Ахманов, С.Ю.Никитин. Физическая оптика. М.: Наука, 2004, 656 с.
3. В.С.Летохов, В.П.Чеботаев. Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения. М.: Наука, 1990, 512 с.

### 10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Handbook of Lasers Marvin J. Weber Ph.D. Lawrence Berkeley National Laboratory University of California Berkeley, California  
<https://www.crcpress.com/Handbook-of-Lasers/Weber/p/book/9780849335099>
2. ГЕНЕРАЦИЯ И УСИЛЕНИЕ СИГНАЛОВ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА  
Под редакцией А.Е. Храмова, А.Г. Баланова, В.Д. Еремки, В.Е. Запелова, А.А. Короновского. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2016. 460 с.  
[http://nonlin.sgu.ru/publication\\_r.htm](http://nonlin.sgu.ru/publication_r.htm)
3. Lee.J. Principles of Terahertz Science and Technology  
<https://www.springer.com/gp/book/9780387095394>