

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інфокомунікацій

Кафедра Інформаційно-вимірювальних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ІК

Аркадій СНИГУРОВ



08 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні еталони на основі квантових ефектів

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий)
(бакалаврський, магістерський, освітньо-науковий)

спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
(код і повна назва спеціальності)


освітньо-наукової програми «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
(повна назва програми)

Розробник: Ігор ЗАХАРОВ, зав. каф. ІВТ, д.т.н., професор

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри ІВТ

Протокол від “ 26 ” 08 2022 р. № 1

Завідувач кафедри


(підпис)

Ігор ЗАХАРОВ

Керівник проєктної групи/гарант ОП


(підпис)

Ігор ЗАХАРОВ

Схвалено методичною комісією факультету ІК

Протокол від “ 31 ” 08 2022 р. № 1

Голова методичної комісії


(підпис)

Дар'я ЧЕБОТАРЬОВА

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни
	денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС <u>4</u>	Дисципліна за спеціальністю (вибіркова)
	Рік підготовки:
Змістових модулів: 2	1-й
Індивідуальних завдань:	Семестр
Загальна кількість годин: 120	2-й
	Кількість годин
	120
	Навчальні заняття:
Мова навчання <u>українська</u>	1) лекції, год
	24
	2) практичні, год
	24
	4) консультації, год
	8
	Самостійна робота, год
	64
Вид контролю:	
	залік

2 МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Мета: забезпечити підготовку в області метрології та інформаційно-вимірювальної техніки, надання студентам теоретичних основ та практичних рекомендації з вибраної спеціальності. Курс «Сучасні еталони на основі квантових ефектів» є вибіркоvim курсом зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка».

2.2 Задачі дисципліни:

- опанування основними особливостями та положеннями Нової SI
- осмислення поняття єдності вимірювань;
- вивчення сучасних підходів та засобів відтворення основних одиниць фізичних величин та їх метрологічні характеристики;
- вивчення технологій відтворення одиниць фізичних величин, структурні схеми, принципів побудови, та метрологічні характеристик сучасних еталонів на основі квантових ефектів.

За результатом вивчення дисципліни студенти повинні:

знати: одиниці фізичних величин; еталони одиниць фізичних величин та їх характеристики.

вміти: використовувати нормативну документацію (міжнародні та національні стандарти) для вирішення професійних завдань; удосконалювати та розробляти математичні моделі вимірювань, оцінювати складові та будувати бюджети невизначеності вимірювань, що відповідають цим моделям (ПРН-8).

володіти: бути здатним використовувати, адаптувати та розробляти сучасні технології вирішення задач інформаційно-вимірювальних технологій щодо управління, підтримки прийняття рішень, пошуку та аналізу даних (ФК1); інформацією щодо сучасних еталонів та основних принципів їх побудови; основними можливостями використання комп'ютерної техніки при обробці результатів вимірювального експерименту.

2.3 Передумови для вивчення дисципліни: раніше мають бути вивчені дисципліни «Наукові основи інформаційно-вимірювальних технологій»,

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Загальні поняття про квантову механіку і квантову метрологію

Тема 1 Елементи квантової механіки.

Тема 2 Макроскопічні квантові ефекти і їх використання в метрології.

Тема 3 Міжнародна система одиниць СІ 2019 р. – квантова СІ

Змістовий модуль 2. Квантові технології в часо-частотних і просторових вимірюваннях

Тема 1 Квантове генерування електромагнітного випромінення

Тема 2 Квантові стандарти часу-частоти

Тема 3 Оптичні квантові генератори і метрологія. Фемтосекундний лазер і оптичні вимірювання

Змістовий модуль 3 Квантові технології в електричних, магнітних і електронних вимірюваннях

Тема 1. Надпровідність і надпровідні технології . Ефект Джозефсона і еталони напруги

Тема 2 Квантовий ефект Хола і вимірювання параметрів електричних кіл

Тема 3 Резонансні квантові технології в магнітометрії

Змістовий модуль 4 Квантові технології в інших видах вимірювань

Тема 1 Квантові технології в оптичних вимірюваннях

Тема 2 Однофотонні технології і квантова кандела

Тема 3 Стала Планка і «квантовий» кілограм

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лб	конс	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Загальні поняття про квантову механіку і квантову метрологію						
Тема 1. Елементи квантової механіки.	9	2	2		1	4
Тема 2. Макроскопічні квантові ефекти і їх використання в метрології.	13	2	2		1	8
Тема 3. Міжнародна система одиниць SI 2019 р. – квантова SI	6	2	-			4
Разом за зміст. мод. 1	28	6	4		2	16
Змістовий модуль 2. Квантові технології в часо-частотних і просторових вимірюваннях.						
Тема 1. Квантове генерування електромагнітного випромінення	9	2	2		1	4
Тема 2. Квантові стандарти часу-частоти	12	2	2			8
Тема 3 Оптичні квантові генератори і метрологія. Фемтосекундний лазер і оптичні вимірювання	11	2	4		1	4
Разом за зміст. мод. 2	32	6	8		2	16
Змістовий модуль 3 Квантові технології в електричних, магнітних і електронних вимірюваннях						
Тема 1. Надпровідність і надпровідні технології. Ефект Джозефсона і еталони напруги	11	2	2		1	6
Тема 2 Квантовий ефект Хола і вимірювання параметрів електричних кіл	11	2	2		1	6
Тема 3 Резонансні квантові технології в магнітометрії	8	2	2			4
Разом за зміст. мод. 3	30	6	6		2	16
Змістовий модуль 4 Квантові технології в інших видах вимірювань						
Тема 1 Квантові технології в оптичних вимірюваннях	11	2			1	6
Тема 2 Однофотонні технології і квантова кандела	8	2	4			4
Тема 3 Стала Планка і «квантовий» кілограм	11	2	2		1	6
Разом за зміст. мод. 4	30	6	6		2	16
Усього годин за семестр	120	24	24		8	64

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин
1	Елементи квантової механіки.	2
2	Макроскопічні квантові ефекти	2
3	Квантове генерування електромагнітного випромінення	2
4	Квантові стандарти часу-частоти	2
5	Оптичні вимірювання на основі оптичних квантових генераторів	4
6	Еталони напруги на ефекті Джозефсона	2
7	Вимірювання параметрів електричних кіл за допомогою квантового ефекту Хола	2
8	Резонансні квантові технології в магнітометрії	2
9	Однофотонні технології і квантова кандела	2
10	«Квантовий» кілограм на основі сталої Планка	2
	Загальна кількість	24

6 САМОСТІЙНА РОБОТА

№	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспектів і навчальної літератури	30
2	Підготовка до практичних занять	34
	Загальна кількість	64

7 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

7.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання). Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка $O_{\text{сем}}$ розраховується як сума оцінок за різні види занять та контрольні заходи.

Вид заняття / контрольний захід	Оцінка
Пз № 1	6-10
Пз № 2	6-10
Пз № 3	6-10
Пз № 4	6-10
Пз № 5	6-10
Пз № 6	6-10
Пз № 7	6-10
Пз № 8	6-10
Пз № 9	6-10
Пз № 10	6-10
Всього за семестр	100

Оцінка за семестр $O_{\text{сем}}$: $(6-10) \times 10 \text{ ПЗ} = 60-100$ балів.

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів здійснюється за національною шкалою (зараховано, не зараховано).

7.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

1. Основні регламентуючі документи в галузі одиниць фізичних величин та їх відтворення
2. Одиниці фізичних величин та їх системи.
3. Еталони одиниць фізичних величин та їх характеристики.
4. Оцінки якості вимірювань, засоби їх застосування.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

1. Вміти вирішувати практичні задачі з обробки результатів вимірювань.
2. Вміти оцінювати похибки вимірювань по метрологічним характеристикам вимірювальної апаратури.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
96–100	A	зараховано
90–95	B	
75–89	C	
66–74	D	
60–65	E	
35–59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	F	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

8 МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Підручник «Вступ до квантової метрології». За ред. проф. Павленка Ю.Ф. - «Підручник «ХП».-2017.- 245 с).Частина 1
2. Посібник «Вступ до квантової метрології». За ред. проф. Павленка Ю.Ф. -.2019.- 114 с. Частина 2.
3. Конспект лекцій за курсом
4. The International System of Units (9-th edition). BIPM, 2019. – 219 p.