

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра електрофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Наталія ГОРБОВЦОВА

« ____ » _____ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Флуктуації в електроніці

для студентів

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

галузь знань

10 Природничі науки

спеціальність

105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2023/2024

Семестр

3

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

іспит

Викладач:

Михайло ПЕТРИЧУК, доктор фіз.-мат. наук, доцент кафедри електрофізики.

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.
на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

КИЇВ-2023

Розробник:

Михайло ПЕТРИЧУК, доктор фіз.-мат. наук, доцент кафедри електрофізики.

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри електрофізики

_____ Сергій САВЕНКОВ

Протокол № __ від « __ » _____ 2023 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № __ від « __ » _____ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2023 року.

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Флуктуації в електроніці» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 10 Природничі науки спеціальності Прикладна фізика та наноматеріали.

Дана дисципліна входить у блок спеціальних компонент освітньої програми.

Викладається у II семестрі (1 року навчання) в обсязі 90 год. (3 кредити ECTS) зокрема: лекції – 20 год., семінари – 10 год., самостійна робота – 60 год. Дисципліна завершується заліком.

1. Мета дисципліни – ознайомлення та оволодіння знаннями про сучасний стан шумової спектроскопії, фізичними основами флуктуаційних явищ, ознайомлення студентів з теорією і практикою флуктуаційних методів дослідження мікроструктури твердого напівпровідникових матеріалів і приладів, особливостями флуктуаційних явищ в нанорозмірних системах.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Флуктуації в електроніці» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки, зокрема, загальної фізики: «Електрика», «Атомна фізика», а також «Квантова механіка», «Електродинаміка», «Квантова та напівпровідникова електроніка».

3. Анотація навчальної дисципліни:

Курс „Флуктуації в електроніці” складається з двох блоків: 1) теорія флуктуаційних процесів в напівпровідниках 2) флуктуаційні явища в електронних приладах.

4. Завдання (навчальні цілі):

- надати основні відомості з спецкурсу «Флуктуації в електроніці» для студентів – магістрів, що складає важливу частину нормативного курсу за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали»;
- навчити застосовувати теоретичні знання до розв’язання практичних та експериментальних задач;
- сприяти розвитку логічного і аналітичного мислення у студентів, застосуванню знань, навичок і комунікацій у подальшій професійній діяльності.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

Загальні компетентності:

- ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 14. Навики здійснення безпечної діяльності.

Фахові компетентності:

- ФК 10. Здатність розуміти і використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу станів та властивостей фізичних систем

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
од	Результат навчання			
	студент повинен знати:	лекційні заняття, самостійна робота	Захист рефератів	до 50
1.1	Сучасний рівень науки про електричні флуктуації в провідних матеріалах і електронних приладах.	1		
1.2	Види електричних флуктуацій, стаціонарні і нестаціонарні флуктуації.	1	10	
1.3	Теоретичні основи флуктуаційних явищ в напівпровідниках			
1.4	Методи розрахунку флуктуаційних	2		

	характеристик на основі експериментальних даних.			
1.5	Особливості розрахунку шумових характеристик напівпровідникових приладів.	3	10	
1.6	Методику вимірювання шуму в напівпровідникових матеріалах і приладах.	3	10	
1.7	Методику шумової спектроскопії дефектної структури в напівпровідниках			
	комунікація	лекції, реферати	захист робіт	до 5
3.1	здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			
	автономність та відповідальність	лекційні заняття, самостійна робота	захист рефератів	до 10
4.1	продемонструвати розуміння особистої/персональної відповідальності за професійні рішення, які базуються на використанні фізичних методів			

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	3.1	4.1	
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів.	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН 4. Знання іноземної мови	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій	+	+	+	+	+	+	+			
ПРН 10. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики.								+	+	
ПРН 16. Організувати результативну роботу індивідуально і як член команди.								+	+	

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових колоквиумі та контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.11 [знання] до 50 %;
- результати навчання 2.1 – 2.8 [вміння] до 35 %;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 10%.

Форми оцінювання студентів:

семестрове оцінювання: контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має 1 змістовний модуль. Для визначення рівня знань кожен студент готує і захищає реферат по вибраній тематиці.

підсумкове оцінювання (у формі заліку): форма заліку – письмово-усна. Всього на заліку можна отримати від 0 до 50 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання в сумі не менш ніж 60 балів .

умови допуску до підсумкового іспиту: умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, аніж критично-розрахунковий мінімум 35 балів за семестр. Студенти, які протягом

семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 35 балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати на необхідну порогову кількість балів додаткову контрольну роботу за матеріалом відповідного семестру та доскладають домашні завдання для підвищення балів за виконання самостійної роботи.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

7.2. Організація оцінювання

Оцінювання за формами контролю:

	<i>ЗМІ</i>		<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>		
Захист реферату	30	50		

Орієнтований графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання</i>
Подання рефератів	листопад
Захист рефератів	грудень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	грудень
Залік	Грудень, за графіком

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі іспиту:

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль	Залік	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	25		35	60
Максимум	50		50	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни.

ТЕМА 1 – Вступ. Електричний шум як фундаментальна властивість провідних систем. Базові (фундаментальні) і надлишкові види шуму.

ТЕМА 2 – Математичні основи флуктуаційного аналізу. Спектральне і кореляційне представлення шуму, числові характеристики цих представлень. Пряме і зворотне перетворення Фур'є. Спектральна щільність флуктуацій. Дискретне перетворення Фур'є.

ТЕМА 3 – Джерела шуму напівпровідникового діода і біполярного транзистора.

ТЕМА 4 – Тепловий шум. Дробовий шум. Генераційно-рекомбінаційний шум.

ТЕМА 5 – Шум в області об'ємного просторового заряду: основні механізми.

ТЕМА 6 – Стаціонарні і нестаціонарні флуктуації. Фліккер-шум.

ТЕМА 7 – Поверхневий і об'ємний шум: природа і відмінності.

ТЕМА 8 – Методика вимірювання електричного шуму. Шумова спектроскопія дефектної структури напівпровідника.

ТЕМА 9 – Особливості електронних систем для реєстрації електричних флуктуацій.

ТЕМА 10 – Шум в наноструктурах.

Тематичний план лекційних занять

№ лекції (практ. заняття)	Назва лекції,	Лекції (год)	Сам. робота(год.)
1	Вступ. Електричний шум як фундаментальна властивість провідних систем. Базові (фундаментальні) і надлишкові види шуму.	4	
2	Математичні основи флуктуаційного аналізу. Спектральне і кореляційне представлення шуму, числові характеристики цих представлень. Пряме і зворотне перетворення Фур'є. Спектральна щільність флуктуацій. Дискретне перетворення Фур'є.	4	
3	Джерела шуму напівпровідникового діода і біполярного транзистора.	4	
4	Тепловий шум. Дробовий шум. Генераційно-рекомбінаційний шум.	8	
5	Шум в області об'ємного просторового заряду: основні механізми.	4	
6	Стаціонарні і нестаціонарні флуктуації. Фліккер-шум.	2	
7	Поверхневий і об'ємний шум: природа і відмінності.	2	
8	Методика вимірювання електричного шуму. Шумова спектроскопія дефектної структури напівпровідника.	8	
9	Особливості шуму квантових систем.	2	
10	Шум в наноструктурах.	2	
	ВСЬОГО	40	80

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:
 Лекції **40** год.
 Семінари **10** год.
 Самостійна робота **80** год.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основні джерела:

1. N. Lukyanchikova. Noise Research in Semiconductor Physics. Taylor & Francis Ltd; 1st edition.
2. Aldert van der Ziel, Noise in Measurements. John Wiley & Sons (January 1, 1976).

Додаткова література:

1. Noise: Sources, Characterization, Measurement (Prentice-Hall information and system sciences series)
3. Noise in Solid State Devices and Circuits [Japanese Edition] Published by Wiley-Interscience, 1970