

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра радіотехніки та радіоелектронних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан

\_\_\_\_\_ А.В. Нетреба

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Синергетика для студентів

галузь знань	10 «Природничі науки»
спеціальність	105 «Прикладна фізика і наноматеріали»
рівень вищої освіти	другий (магістерський)
освітня програма	Біомедична фізика, інженерія та інформатика
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2024/2025
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	іспит

#### Викладач:

Анісімов Ігор Олексійович, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ ) « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Розробник:**

**Анісімов Ігор Олексійович**, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри радіотехніки та  
радіоелектронних систем

\_\_\_\_\_ І.О. Анісімов

Протокол № 1 від « 30 » серпня 2023 р.

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

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії

С. П. Радченко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року.

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення студентів з основними явищами, що характеризують поведінку розподілених нелінійних відкритих систем, а саме різними типами регулярних та турбулентних дисипативних структур і механізмами їхнього формування.

### **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Синергетика» базується на обов'язкових дисциплінах бакалавра відповідної спеціальності, що входять до циклів вищої математики («Математичний аналіз», «Диференціальні рівняння», «Методи математичної фізики»), загальної та теоретичної фізики («Механіка», «Електрика і магнетизм», «Оптика», «Електродинаміка», «Термодинаміка», «Квантова механіка»), радіоелектроніки («Радіотехнічні кола та сигнали», «Радіоелектроніка»), курсів за спеціальністю («Коливання та хвилі», «Статистична радіофізика»)

Попередні вимоги:

*студент повинен знати:* основні закони, рівняння та співвідношення загальної та теоретичної фізики, радіоелектроніки, теорії коливань і хвиль;

*студент повинен вміти:* користуватися апаратом вищої математики (математичний аналіз, лінійна алгебра, диференціальні рівняння, рівняння математичної фізики).

### **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Вивчення дисципліни «Синергетика» дозволяє зрозуміти механізм виникнення та сутність регулярних і турбулентних дисипативних структур, що можуть виникати у відкритих системах (автохвилі різних типів, автономні джерела автохвиль, різні типи стаціонарних дисипативних структур, різновиди турбулентної динаміки в консервативних та дисипативних системах).

### **4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):**

1. Засвоєння основних понять, що характеризують поведінку відкритих розподілених нелінійних систем.

2. Розуміння зв'язку між властивостями відкритої системи та особливостями дисипативних структур у такій системі.

3. Уміння застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвиток у аналітичного мислення та наукового підходу.

4. Уміння розв'язувати (аналітично або числовими методами) задачі, що стосуються регулярних і турбулентних дисипативних структур у різних системах.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

*Загальні компетентності:*

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

*Фахові компетентності:*

ФК15. Здатність відслідковувати та аналізувати перспективність напрямів розвитку медичної фізики, здобувати додаткові компетентності для підвищення власної конкурентоздатності на ринку праці в галузі біомедичних наукових досліджень і в галузі сучасних прикладних задач медичної фізики.

## 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
Код	Результат навчання			
<b>1</b>	<b>знати:</b>	лекційні заняття	колоквіуми	до 45
1.1	Основи термодинаміки відкритих систем	лекція	колоквіуми	4
1.2	Основні типи автохвиль	лекція	колоквіуми	4
1.3	Автономні джерела автохвиль	лекція	колоквіуми	4
1.4	Стационарні дисипативні структури, зумовлені нестійкістю Тюрінга	лекція	колоквіуми	4
1.5	Стационарні дисипативні структури, зумовлені розподілим зворотним зв'язком	лекція	колоквіуми	4
1.6	Хаос у консервативних системах	лекція	колоквіуми	5
1.7	Хаос у дисипативних системах;	лекція	колоквіуми	5
1.8	Слабка турбулентність у консервативних системах	лекція	колоквіуми	5
1.9	Слабка турбулентність у дисипативних системах	лекція	колоквіуми	5
1.10	Розвинена гідродинамічна турбулентність	лекція	колоквіуми	5
<b>2</b>	<b>вміти:</b>	семінари	колоквіуми	до 45
2.1	Розраховувати властивості автохвиль різних типів	семінари	колоквіуми	10
2.2	Розраховувати властивості стационарних дисипативних структур	семінари	колоквіуми	10
2.3	Розраховувати властивості хаотичної та турбулентної динаміки	семінари	колоквіуми	10
2.4.	Сформувати глосарій англомовних наукових термінів за матеріалом курсу	лекція, семінари	оцінювання самостійної роботи	15
<b>3</b>	<b>комунікація:</b>	семінари	семінари	до 5
3.1	Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію	семінари	семінари	5
4	<b>автономність та відповідальність:</b>	семінари	семінари	до 5
4.1	Здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв'язання поставленої перед студентом задачі	семінари	семінари	5

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання**

Результати навчання дисципліни	Код															
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	4.1
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>																
ПРН 2. Розуміння основ та принципів технологій, теоретичних та експериментальних методів дослідження властивостей речовин і матеріалів;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
ПРН 6. Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій;																+
ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і побудови наукоємних технологій;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ПРН 8. Знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем при виконанні завдань науково-технічних проектів;											+	+	+	+		+
ПРН 10. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики;															+	+
ПРН 16. Обирати моделі та методи моделювання явища та процесів в динамічних системах, зокрема в біомедичних об'єктах, аналізувати отримані результати, робити висновки та застосовувати їх як для досягнення цілей дослідження біологічних об'єктів, так і для задач створення новітніх приладів (ефективної безпечної експлуатації існуючих приладів) медичної діагностики та терапії.											+	+	+		+	

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами складання колоквиумів та написання письмових контрольних робіт. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.10 [знання] – до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%.

Форми оцінювання:

- **семестрове оцінювання:** Навчальний семестр має три змістовні модулі. Після завершення їх вивчення проводяться колоквиуми та модульні контрольні роботи. Контроль засвоєння матеріалу курсу також передбачає виконання індивідуального завдання англійською мовою. Обов'язковим для допуску до іспиту є: отримання не менше 36 балів семестрового рейтингу.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається з 4 питань, питання оцінюються по 10 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою за **24 бали**.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, ніж 36 балів за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу або скласти колоквиум.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перескладання модульних контрольних робіт та колоквиумі здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті»

### 7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min. – 6	Max. – 10
Колоквиум (2)	8	15
Модульна контрольна робота (2)	7	10
Індивідуальне завдання (англ. мовою)	6	10

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1, колоквиум 1	вересень
Модульна контрольна робота 2, колоквиум 2	жовтень
Індивідуальне завдання (англ. мовою)	протягом семестру
Добір балів/додаткова контрольна робота або колоквиум	грудень
Іспит	грудень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

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

### 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Семінарські заняття	Самостійна робота
1	Узагальнення другого початку термодинаміки на відкриті системи. Лінійна нерівноважна термодинаміка	2	2	10
2	Фазові автохвилі.	2	2	8
3	Біжучі фронти. Хвилі заселення. Біжучі імпульси.	2	2	9
4	Ревербератори, пейсмекери та автопейсмекери.	2	2	8
5	Стаціонарні дисипативні структури.	2	2	8
6	Слабка турбулентність у консервативних та дисипативних системах.	2	2	10
7	Розвинена гідродинамічна турбулентність	2	2	8
<b>Всього</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>61</b>

Загальний обсяг **90** год., в тому числі:  
Лекції **14** год.  
Семінарські заняття **14** год.  
Консультації **1** год.  
Самостійна робота **61** год.

### 9. Рекомендована література:

#### Основні джерела:

1. Prigogine, Пюа (1961). Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes (Second ed.). New York: Interscience.
2. Prigogine, Пюа; Nicolis, G. (1977). Self-Organization in Non-Equilibrium Systems. Wiley.
3. Анісімов І.О. Коливання і хвилі. Підручник. К.: ВЦП "Київський університет", 2009.
4. Анісімов І.О. Синергетика. Підручник. К.: ВЦП "Київський університет", 2014.
5. В.Й.Сугаков. Основи синергетики. К., Обереги, 2001.

#### Додаткові і джерела:

6. R. Z. Sagdeev, D. A. Usikov, and G. M. Zaslavskiy, Nonlinear Physics: From the Pendulum to Turbulence and Chaos, Harwood Academic Publishers, New York (1988).
7. W.Horton, Y.-H.Ishikava. Chaos and Structures in Nonlinear Plasmas. Singapore - New Jersey - London - Hong Kong, World Scientific Publishing, 1996.