



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Теорія коливань

### Шифр та назва спеціальності

105 – Прикладна фізика і наноматеріали

### Інститут

ІНІ комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

### Освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали для енергетики, медицини, радіоелектроніки та телекомунікацій

### Кафедра

Радіоелектроніка (164)

### Рівень освіти

Бакалавр

### Тип дисципліни

Вільний вибір профільної підготовки

### Семестр

5

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Под'ячий Юрій Іванович

<https://web.kpi.kharkov.ua/re/uk/vykladachi/>

Кандидат фізико-математичних наук, професор НТУ "ХПІ", професор кафедри радіоелектроніки

Автор і співавтор понад 100 наукових і методичних публікацій. Курси: "Аналогова електроніка", "Цифрова електроніка", "Теорія коливань".

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Теорія коливань – це галузь науки, що досліджує коливальні явища в системах різної природи. Головне, що ця теорія в першу чергу цікавиться загальними властивостями коливальних процесів, а не деталями поведінки конкретної системи. Майже однаково рівняннями описуються коливальні процеси в механічному годиннику, в електричному коливальному контурі, в біологічній спільноті та в інших системах. Ґрунтуючись на єдиній математичній базі теорія коливань встановлює загальні властивості реальних коливальних систем. Кваліфікованому інженеру будь-якого фаху потрібно знати основи теорії коливань, що допоможе йому в практичній діяльності.

### Мета та цілі дисципліни

Метою викладання курсу "Теорія коливань" є надання студентам базових знань з методології аналізу більшості природних процесів (механічних, електромагнітних, екологічних тощо) на основі коливального і хвильового розгляду. В подальшій підготовці студентів за фахом такий

розгляд буде використано при викладанні радіотехнічних і радіофізичних дисциплін. Теоретичною основою викладання дисципліни є курси вищої математики і загальної фізики.

### **Формат занять**

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

### **Компетентності**

- ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК05. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- СК02. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ та процесів, оброблені і презентації їхніх результатів.
- СК04. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок.
- СК05. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.
- СК07. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

### **Результати навчання**

- Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.
- Р02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.
- Р04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.
- Р05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.
- Р06. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Для успішного засвоєння курсу аналогової електроніки необхідно мати знання і практичні навички з дисциплін: "Фізика", "Вища математика".

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Лекції проводяться з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях слухачі навчаються розв'язувати задачі середньої складності. Навчальні матеріали доступні студентам через репозиторій НТУ "ХПІ" і через хмарне сховище викладача.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

#### **Тема 1. Вступ**

Предмет теорії коливальних систем. Основні визначення. Параметри коливальних процесів. Класифікація коливальних систем.

#### **Тема 2. Лінійні консервативні коливальні системи.**

Гармонічні коливання. Диференціальне рівняння гармонічного осцилятора. Векторне і експоненціальне представлення гармонічних коливань.

Стани рівноваги.

Коливальні системи з одним ступенем свободи. Пружинний маятник. Фізичний і математичний маятники. Електричний коливальний контур. Біологічна коливальна система (модель Вольтерра). Хімічна коливальна система (модель Лотки). Одержання диференціальних рівнянь для кожної системи.

### Тема 3. Лінійні неконсервативні системи.

Однорідні лінійні диференціальні рівняння другого порядку з постійними коефіцієнтами.

Вільні затухаючі коливання пружинного маятника.

Вільні затухаючі коливання в електричному КК.

Фазовий портрет вільних затухаючих коливань.

Затухаючий аперіодичний процес.

### Тема 4. Коливальні системи з "негативним тертям."

Теоретична можливість створення таких систем.

Механічна система - пружинний маятник на рухомій стрічці.

Електричний приклад - генератор синусоїдальних коливань на тунельному діоді.

Фазовий портрет коливань в лінійних системах з негативним тертям.

### Тема 5. Вимушені коливання.

Поняття вимушених коливань.

Диференціальне рівняння вимушених коливань.

Явище резонансу. Умови резонансу.

Резонанс в електричному коливальному контурі.

### Тема 6. Нелінійні консервативні коливальні системи

Визначення нелінійної консервативної системи. Приклади.

Диференціальне рівняння руху в нелінійній консервативній системі.

Методика побудови фазових портретів рухів в нелінійних консервативних системах.

Проста нелінійна консервативна система і її фазовий портрет.

Нелінійна консервативна система з максимумом енергії і її фазовий портрет.

Визначення сепаратриси.

### Тема 7. Нелінійні неконсервативні коливальні системи (Автоколивальні системи).

Основні визначення. "Жорсткий" і "м'який" режими збудження.

Граничний цикл. Фазові портрети коливань в системах з різними режимами збудження.

Приклади автоколивальних систем. Системи механічних годинників. Електронний генератор на біполярному транзисторі з загальним емітером.

Генератор Ван-дер-Поля (ВДП). Диференціальне рівняння нелінійної неконсервативної системи на прикладі генератора ВДП.

Класичне диференціальне рівняння загальної нелінійної неконсервативної системи.

## Теми практичних занять

### Тема 1. Гармонічні коливання.

Виведення диференціального рівняння гармонічного осцилятора.

Розв'язання задач по темі заняття.

### Тема 2. Затухаючі коливання.

Аналіз розв'язання диференціального рівняння затухаючих коливань.

Розв'язання задач по темі заняття.

### Тема 3. Вимушені коливання.

Дослідження резонансу електричного коливального контуру в програмі Multisim.

Розв'язання задач по темі заняття.

### Тема 4. Складання коливань.

Складання гармонічних коливань з однаковими і різними частотами.

Розв'язання задач по темі заняття.

## Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в курсі "Теорія коливань" не передбачені.

## Самостійна робота

Самостійна робота студентів полягає в наступному (72 години):

- = Вивчення лекційного матеріалу - 24 год.
- = Розв'язання задач з поточних розділів курсу - 20 год.
- = Підготовка до письмових і усних контрольних робіт - 16 год.
- = Виконання розрахункового завдання - 12 год.

## Література та навчальні матеріали

1. Василенко М.В., Алексійчук О.М. Теорія коливань і стійкості руху. Підручник. - Київ: Вища школа, 2004. - 525 с.
2. Воробйов В.В., Воробйова Л.Д., Киба С.П. Основи прикладної теорії коливань. Підручник. - Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2020. - 156 с.
3. Азаренков М.О., Гірка В.О., В.І. Лапшин В.І., В.І. Муратов В.І. Теорія коливань та хвиль. Навчальний посібник. – Харків, 2005. – 154 с.
4. Симоновський В.І. Теорія лінійних коливань. Навчальний посібник. - Суми: Сумський державний університет, 2012. - 71 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються так: 30% – результати оцінювання письмових контрольних робіт; 20% - оцінювання розрахункового завдання; 10% – результати оцінювання поточного опитування; 40% – оцінка іспиту.

Іспит: 2 запитання з теорії з письмовими відповідями; 1 задача; усна відповідь.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено



Завідувач кафедри  
Наталія КУЗЬМЕНКО



Гарант ОП  
Сергій КОЗЛОВ