

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Інститут високих технологій**

Кафедра теоретичних основ високих технологій

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана/директора  
з навчальної роботи

Грабчук Г.П.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Коливання та хвилі**

*(повна назва навчальної дисципліни)*

**для студентів**

галузь знань	<u>10 Природничі науки</u> <i>(шифр і назва)</i>
спеціальність	<u>105 Прикладна фізика та наноматеріали</u> <i>(шифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	<u>бакалавр</u> <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>
освітня програма	<u>Прикладна фізика та наноматеріали</u> <i>(назва освітньої програми)</i>
спеціалізація <i>(за наявності)</i>	_____ <i>(назва спеціалізації)</i>
вид дисципліни	обов'язкова/ <u>вибіркова</u> /факультативна
Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2022/2023</u>
Семестр	<u>5</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>4</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма підсумкового контролю	<u>іспит</u>

Викладачі: Шило С.О., Мішакова Т.А.

*(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)*

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
*(підпис, ПІБ, дата)*

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
*(підпис, ПІБ, дата)*

**КИЇВ – 2022**

Розробник(и): *(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)*  
Шило С.О., к.ф.-м.н., доцент кафедри теоретичних основ високих технологій  
Мішакова Т.А., к.ф.-м.н., асистент кафедри теоретичних основ високих технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичних основ високих технологій

\_\_\_\_\_ (Лозовський В.З.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року № \_\_\_\_

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ (Русінчук Н.М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – є поглиблене вивчення загальних законів, що описують коливання та розповсюдження хвиль. Традиційно курс починається з ознайомленням студентів з формалізмом рівнянь Лагранжу другого роду та рівняннями Гамільтона, що істотно сприйняв засвоєнню подальшого матеріалу, який стосується безпосередньо коливань та хвиль. Наступною частиною курсу є поглиблене вивчення коливальних та хвильових процесів. Ця тема є неодмінною базовою дисципліною в освіті майбутнього природознавця-дослідника. Вона поділяється на механічні та електричні коливання. Тут детально розглядаються та математично описуються вільні, згасаючі та вимушені коливання. Широко вивчаються закони змінного струму. Далі розкриваються тема пружних хвиль, виводиться хвильове рівняння в загальному вигляді. Розглядаються характеристики звукових хвиль. Окремою темою курсу є ефект Доплера – ефект, притаманний всім хвилям, коли рухається або джерело, або приймач хвилі. Нарешті, курс завершується широкою темою: електромагнітні хвилі, в якому розглядаються наступні поняття: плоска електромагнітна хвиля; енергія електромагнітної хвилі; вектор Пойнтінга; імпульс електромагнітної хвилі; випромінювання диполя та інше.

### **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

1. Успішне опанування курсу “Вища математика”
2. Володіння навичками диференціювання та інтегрування, розв’язувань диференціальних рівнянь.
3. Успішне опанування курсів фізики: механіка, електрика і магнетизм.

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

Дисципліна “Коливання і Хвилі” є фундаментом, на якому базується вивчення теоретичної фізики та інших спеціальних дисциплін у вищих навчальних закладах природничого та технічного напрямків. У цьому курсі особлива увага приділяється поясненню фізичної суті явищ, що вивчаються, ознайомленню з поняттями, моделями й законами для того, щоб надалі завдяки здобутим знанням можна було розв’язувати різноманітні прикладні задачі теорії коливань та розповсюдження хвиль. Курс “Коливання і Хвилі” поряд із курсом вищої математики становить підґрунтя теоретичної підготовки вчених-дослідників і відіграє роль фундаментальної фізико-математичної бази, без якої не можлива успішна діяльність дослідника будь-якого профілю.

**4. Завдання (навчальні цілі):** досягнення самодостатньої компетенції студента, себто – сприяти досягненню здатності вирішувати завдання в галузі фізико-технічних наук і на межі предметних галузей, що передбачає застосування теорій та методів теоретичної механіки і характеризується складністю та невизначеністю умов; досягнення загальної компетентності – здатності до мислення категоріями світу коливальних та хвильових процесів, аналізу і синтезу проблемних задач і побудова абстрактних моделей.

*Навчальні цілі дисципліни «Коливання та Хвилі» спрямовані на досягнення таких загальних та фахових компетенцій:*

**ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.**

**ЗК2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.**

**ЗК3 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.**

**ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.**

**ЗК13 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, уміннями, у тому числі в сфері, відмінній від професійної.**

**ЗК14 Здатність бути критичним і самокритичним.**

**ЗК17 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).**

**ФК1 Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.**

**ФК5** Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

**ФК6** Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

**ФК7** Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

**ФК9** Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів чи удосконалення існуючих.

**ФК11** Здатність використовувати комп'ютерні технології при проектуванні, розробці та діагностиці електронного обладнання.

### 5. Результати навчання за дисципліною «Коливання та Хвилі» (Код н/д ОК.23):

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація <sup>1*</sup> ; 4. автономність та відповідальність <sup>2*</sup> )		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			
1.1	Знати: основні закони механіки коливальних процесів та розповсюдження основних типів хвиль. Для цього, перед усім, він мусить опанувати формалізм рівнянь Лагранжа та Гамільтона. Після вивчення цього курсу студент буде добре розуміти процеси що призводять до виникнення механічних та електричних коливань	Лекція, практичне заняття	Тест, 60% правильних відповідей	30%
2.1	Застосовувати закони теорії коливань та хвиль для розв'язування практичних задач; використовувати фізичні закони й засоби досліджень під час вивчення загальнонаукових, технічних, спеціальних та технологічних дисциплін;	практичне заняття, самостійна робота студентів, консультація	модульні контрольні роботи	40%
2.2	Вміти будувати математичні моделі для реальних задач коливальних та хвильових процесів;	практичне заняття, самостійна робота студентів, консультація	модульні контрольні роботи	10%
4.1	Вміти самостійно розбиратися в суті природничої проблеми, яка є в рекомендованій літературі;	самостійна робота студентів	Тест, модульні контрольні роботи	10%
4.2	Розвиток творчого підходу до розв'язування задач; розвиток логічного та аналітичного мислення.	практичне заняття, самостійна робота студентів	Тест	10%

<sup>1\*</sup> заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

<sup>2\*</sup>

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

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1	2.2	4.1	4.2
<b>Програмні результати навчання</b>					
<i>ПР1 Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.</i>	+			+	
<i>ПР2 Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.</i>		+	+	+	
<i>ПР6 Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.</i>			+	+	
<i>ПР7 Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики</i>				+	
<i>ПР9 Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.</i>					+
<i>ПР15 Розробляти та формулювати свої професійні висновки та розумно їх аргументувати для фахової та нефахової аудиторії.</i>		+	+	+	+

### 6.1 Форми оцінювання студентів

Контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами під час практичних занять.

Студент може отримати максимально 60 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, доповнення на практичних заняттях, роботу та активність на лекціях (по 30 балів у кожному змістовому модулі. Модульний контроль: 2 модульні контрольні роботи (МКР). Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі іспиту (40 балів). У випадку відсутності студента з поважних причин здійснюються відпрацювання та Perezdachi MKP.

Підсумковий семестровий контроль проводиться у формі іспиту (40 балів). Екзаменаційний білет включає 2 теоретичні питання (по 15 балів) та 1 задачу (по 10 балів).

Оцінювання за формами контролю у першому семестрі:

	ЗМ1		ЗМ 2		Екзамен	
	Min. 0 балів	Max. 30 балів	Min. 0 балів	Max. 30 балів	Min. 0 балів	Max.4 0 балів
Домашні завдання, письмові самостійні завдання		5		5		
Робота та активність на лекціях		5		5		
Модульна контрольна робота		20		20		

3

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік/екзамен не може бути меншою 24 балів.<sup>4</sup>

Студент не допускається до заліку/екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 35 балів<sup>5</sup>. Для студентів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 35 балів – для одержання іспиту/заліку обов’язкова перездача МКР.

**6.2 Організація оцінювання:** Модульний контроль проводиться за графіком: модульна контрольна робота №1 – на практичному занятті 8, модульна контрольна робота №2 – на практичному занятті 16.

### 6.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59
<b>Зараховано / Passed</b>	60-100
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59

<sup>3</sup> Залік виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру і не передбачає додаткових заходів оцінювання для успішних студентів.

<sup>4</sup> У випадку коли студент на екзамені набрав менше вказаної кількості балів вони не додаються до семестрової оцінки (незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру), в екзаменаційній відомості у колонці “бали за екзамен” ставиться “0”, а в колонку «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

<sup>5</sup> Мінімальна кількість балів не може бути меншою ніж різниця рівня порогової оцінки (60 балів) і кількості балів винесених на екзамен (зазвичай 40) — якщо у студента менше 20 балів, він фізично не в змозі отримати позитивну оцінку. Викладач, якщо це аргументовано результатами навчання які не виносяться на екзамен, може визначити і вищий рівень мінімальної оцінки (як правило до 36 балів).

**7. Структура навчальної дисципліни.  
Тематичний план лекцій і практичних занять**

№ п/п	Назва теми*	Кількість годин		
		лекції	семінари/ практичні/ лабораторні вибрати необхідне	Самостійна робота
<b><u>I семестр</u></b>				
<b><u>ЗМ1: Механічні коливання та хвилі</u></b>				
1	<i>Рівняння Руху:</i> Узагальнені координати. Принцип найменшої дії. Функція Лагранжу вільної частинки. Функція Лагранжу системи частинок.	2	2	4
2	<i>Формалізм Гамільтона:</i> Узагальнені імпульси. Канонічні рівняння Гамільтона.	2	2	5
3	<i>Малі коливання:</i> Вільні одномірні коливання. Коливання систем з багатьма ступенями вільності. Згасаючі коливання.	2	2	4
4	<i>Додавання гармонічних коливань:</i> Одного напрямку і однакової частоти. Векторна діаграма. Зображення гармонічних коливань у векторній формі. Додавання гармонічних коливань з близькими частотами. Биття.	2	2	4
5	<i>Вимушені коливання:</i> Вимушені коливання при наявності тертя. Параметричний резонанс. Ангармонічні коливання.	2	2	4
6	<i>Електричні коливання:</i> Вільні згасаючі електричні коливання. Вимушені електричні коливання. Змінний струм. Закон Ома змінного струму. Трансформатор. Витіснення змінного струму.	2	2	6
7	<i>Хвилі:</i> Гармонічна біжуча хвиля та її характеристики. Плоскі, Циліндричні та сферичні хвилі. Фазова швидкість. Хвильове рівняння.	1	2	5
8	<i>Пружні хвилі:</i> Швидкість пружних хвиль. Енергія пружних хвиль. Вектор Умова. Звукові хвилі. Характеристики звуку. Ефект Доплера в акустиці.	2	2	5
	<i>Модульна контрольна робота № 1</i>		x	
<b><u>ЗМ2: Електромагнітні хвилі</u></b>				
9	<i>Електромагнітні хвилі:</i> Хвильове рівняння для електромагнітної хвилі. Плоска електромагнітна хвиля. Вектор Пойнтінга.	1	1	4
10	<i>Імпульс електромагнітної хвилі.</i> Випромінювання диполя. Ефект Доплера для електромагнітних хвиль.	1	2	4
11	Розповсюдження ЕМ хвиль в діелектричному середовищі. Енергія електромагнітної хвилі. Граничні умови для ЕМ поля на поверхні розділу двох середовищ. Нормальне падіння плоскої хвилі	2	2	4



	на границю двох діелектричних середовищ. Перетворення плоскої хвилі на межі двох середовищ при довільному куті падіння. Розповсюдження ЕМ хвилі в металевому хвилеводі.			
12	<i>Хвилі в оптиці:</i> Інтерференція. Дифракція. Гаусові промені та їх розповсюдження. Оптичні резонатори.	2	2	3
13	<i>Електромагнітні хвилі в світловодах:</i> Розповсюдження ЕМ хвилі в діелектричному хвилеводі. Модова структура та розповсюдження хвиль. Вплив дисперсії на розповсюдження імпульсу.	2	1	3
14	<i>Світлові хвилі в лінійних середовищах:</i> Про електронну дисперсію. Оцінка дисперсійних властивостей плазми. Ефект Зеємана. Світловий тиск. Взаємодія оптичних та акустичних хвиль.	2	1	3
15	<i>Світлові хвилі в нелінійних середовищах:</i> Взаємодія світла з квадратично-нелінійним середовищем. Параметричне підсилення світлової хвилі. Світлова луна. Оптичні солітони.	2	2	4
16	<i>Електромагнітні хвилі і теорія відносності.</i>	1	1	2
	<i>Модульна контрольна робота № 2</i>		x	
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>64</b>

\*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

6

**Загальний обсяг 120 год.<sup>7</sup>, в тому числі (вибрати необхідне):**

Лекцій – **28** год.

Семінари – \_\_\_ год.

Практичні заняття - **28** год.

Лабораторні заняття - \_\_\_ год.

Тренінги - \_\_\_ год.

Консультації - \_\_\_ год.

Самостійна робота - **64** год.

## 9. Рекомендовані джерела<sup>8</sup>:

### Основна:

1. Н. J. Pain, “The physics of vibrations and waves”, John Wiley & Sons, 2005, 570 p.
2. George C. King, “Vibrations and Waves”, John Wiley & Sons, 2009, 245 p.
3. R. Douglas Gregory, “Classical Mechanics”, Cambridge University Press, 2006, 610 p.
4. Matthew N.O. Sadiku, “Numerical Techniques in Electromagnetics”, CRC Press, 2001, 750 p.

### Додаткова:

<sup>6</sup> У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год. – час тривалості пари*).

<sup>7</sup> Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

<sup>8</sup> В тому числі Інтернет ресурси

1. Б.М. Яворський, А.А. Детлаф, А.К. Лебедєв, «Довідник з фізики: для інженерів та студентів вищих навчальних закладів», Тернопіль Навчальна книга Богдан, 2007, 1036 с.

**10. Додаткові ресурси:**

[http://www.ph4s.ru/book\\_ph\\_elektromagn.html](http://www.ph4s.ru/book_ph_elektromagn.html)