

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Механіко-математичний факультет  
Кафедра теоретичної та прикладної механіки



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Комп'ютерне моделювання в задачах  
розсіювання пружних хвиль

для студентів

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	113 «Прикладна математика»
освітній рівень	другий (магістерський)
освітньо-наукова програма	«Комп'ютерна механіка»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит


**Викладач:** Маципура Володимир Тимофійович, доктор фізико-математичних наук,  
професор, професор кафедри теоретичної та прикладної механіки

Пролонговано: на 20 21 / 20 22 н.р. О.М. Харитонов («31» серпня 2021 р.  
на 20    / 20    н.р. (    ) («    »    20    р.

КИЇВ – 2020

**Розробник:** Маципура Володимир Тимофійович, доктор фізико-математичних наук,  
професор, професор кафедри теоретичної та прикладної механіки

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Зав. кафедри  
теоретичної та прикладної механіки

  
Жук Я.О.

Протокол № 1 від 28 серпня 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол № 1 від «31» серпня 2020 року

Голова науково-методичної комісії  професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.

«31» серпня 2020 року

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення студентів з постановкою граничної задачі про розсіюванні хвилі деякою перешкодою. Введення параметрів, котрі характеризують явище розсіювання. Повний, позиційний і обернений переріз розсіювання. Аналіз розсіювання плоскої хвилі ідеальною перешкодою великих і малих хвилевих розмірів. Аналіз розсіювання плоскої хвилі ідеальним круговим циліндром, ідеальною сферою та звукопрозорою сферою. Розгляд задачі про розсіювання хвилі газовою бульбашкою.

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

1. *Знати*: основні поняття теорії пружних хвиль, а саме: модель середовища, хвилеве рівняння, математичний запис хвилевого руху, енергетичні характеристики хвиль, поняття неоднорідної хвилі.
2. *Вміти*: записати плоску хвилю біжучу у довільному напрямку, поставити і розв'язати граничну задачу про падіння хвилі на межу двох середовищ.
3. *Володіти елементарними навичками*: технікою математичних перетворень, котрі характерні при розв'язанні граничних хвилевих задач, мати навички програмування.

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

Навчальна дисципліна «Комп'ютерне моделювання в задачах розсіювання пружних хвиль» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» в галузі знань – 11 «Математика та статистика», спеціальності – 113 «Прикладна математика», освітньої програми – «Комп'ютерна механіка».

Курс складається з *двох змістових модулів*. *Перший* присвячений опису постановки задачі розсіювання і визначення основних характеристик, котрі дають уявлення про характер поля розсіювання. Розглянуто розсіюванням хвилі на ідеальному циліндрі. *Другий* – розглянуто задачі розсіювання плоскої хвилі на ідеальній і звукопрониклій сферах. Проведено аналіз розсіювання хвилі газовою бульбашкою. Показано, що при певних умовах розсіювання хвилі бульбашкою може різко зростати. Подані приклади застосування обчислювальної техніки для наочного представлення хвилевого поля джерела.

Дана дисципліна є вибірковою.

Викладається у **3 семестрі 2 курсу** в обсязі **120 год. (4 кредити ECTS<sup>1</sup>)** зокрема: лекції – 38 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 80 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та модульна контрольна. Завершується дисципліна **іспитом**.

<sup>1</sup>

кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам

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

ознайомлення студентів з: математичною та хвилевою термінологією, постановкою граничної задачі про розсіюванні хвилі перешкодою, основними характеристиками процесу розсіювання, розсіюванням хвилі на ідеальному циліндрі, ідеальній сфері, звукопрозорій сфері та газовій бульбашці в рідині; формування здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми, котрі пов'язані з хвилевими явищами, що передбачає застосування теорій та методів математики та хвилевої механіки і характеризується наявністю знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у хвилевій механіці, відповідно до освітнього рівня «Магістр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від хвилевої механіки (ЗК-1);
- 2) Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК-2);
- 3) Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК-3);
- 4) Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово (ЗК-8);
- 5) Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування (ЗК-10);
- 6) Здатність критично оцінювати та переосмислювати власний і чужий досвід, аналізувати свою професійну й соціальну діяльність (ЗК-11);
- 7) Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері прикладної математики і комп'ютерної механіки та їх практичних застосувань (ФК-1);
- 8) Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (ФК-4);
- 9) Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти (ФК-5);
- 10) Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефахівців (ФК-6);
- 11) Здатність самостійно розробляти проекти шляхом творчого застосування існуючих та генерування нових ідей прикладної та теоретичної механіки та механіки суцільних середовищ (ФК-7);
- 12) Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК-8);
- 13) Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері прикладної математики (ФК-10);
- 14) Володіння знаннями та здатність ініціювати й проводити наукові дослідження у спеціалізованій області прикладної математики (ФК-12).

## 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 підсумков ій оцінці з дисциплін и
Код	Результат навчання			
PH 1.1	Знати постановку задачі розсіювання хвиль, характеристики явища розсіювання, поняття повного, позиційного і оберненого перерізу розсіювання.	Лекція	Модульна контрольна робота (60% правильних відповідей), іспит, активна робота на лекціях, усні відповіді	18%
PH 1.2	Знати особливості розсіювання хвиль ідеальною перешкодою великих та малих хвильових розмірів.			12%
PH 1.3	Знати задачу про розсіювання плоскої хвилі на ідеальному нескінченному циліндрі (постановка і побудова розв'язку задачі).			7%
PH 2.1	Вміти поставити задачу про розсіювання плоскої хвилі на ідеальній сфері (жорсткій і м'якій). Вміти розглянути задачу про розсіювання хвилі на звукопрониклій сфері	Лекція, самотійн а робота	Модульна контрольна робота (60% правильних відповідей), іспит, виконання завдань винесених на самотійну роботу	23%
PH 2.2	Вміти наочно представити за допомогою ЕОМ просторову структуру хвильового поля різних розсіювачів.			15%
PH 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	Лекція	Активна робота на лекціях, усні відповіді	5%
PH 3.2.	Вироблення навиків командної роботи			5%
PH 4.1	самостійно шукати та критично опрацьовувати літературу із відповідних досліджень, вільно володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації	Самостійн а робота	Виконання завдань, винесених на самотійну роботу	5%
PH 4.2	виробляти критичне відношення до існуючих варіантів інтерпретації і вирішення моральних дилем, морально-професійних і морально-психологічних			5%

	проблем і конфліктів, в сучасних практиках професійної і корпоративної діяльності; формувати власні підходи до вирішення даної проблематики			
PH 4.3	усвідомлювати відповідальність за достовірність, об'єктивність та політико-ідеологічну незаангажованість отриманих висновків стосовно проведених досліджень і пояснень щодо аналізу професійних і корпоративних культур			5%

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

Програмні результати навчання \ Результати навчання дисципліни	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 2.1	PH 2.2	PH 3.1	PH 3.2	PH 4.1	PH 4.2	PH 4.3
<b>КС-1.</b> Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій фундаментальної та прикладної математики і використовувати їх на практиці;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>КС-2.</b> Володіти основними положеннями та методами механіки, чисельними методами, методами дослідження операцій, методами комп'ютерного моделювання;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>КС-4.</b> Поєднувати методи математичного та комп'ютерного моделювання з неформальними процедурами експертного аналізу для пошуку оптимальних рішень.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>КС-5.</b> Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>КС-6.</b> Вибирати раціональні методи та алгоритми розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних.				+	+	+	+	+	+	+
<b>КС-7.</b> Уміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символьних алгоритмів.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>КС-8.</b> Розв'язувати окремі задачі механіки та задачі в міждисциплінарних галузях — соціології, економіці, екології та медицині.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>КС-9.</b> Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної механіки.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>ЦМС-1.</b> Виявляти здатність до само-навчання та професійного розвитку;								+	+	+
<b>ЦМС-2.</b> Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу;						+	+	+	+	+
<b>ЦМС-4.</b> Уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, уникаючи при цьому плагіату;								+	+	+

<b>ЦМС-5.</b> Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом;						+	+			
<b>ЦМС-7.</b> Демонструвати навички професійного спілкування, включаючи усну та письмову комунікацію українською мовою та принаймні ще однією з поширених європейських мов.						+	+			



## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### - оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН3.1, РН3.2 – 20 балів/11 балів;
  2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН4.1–РН4.3 – 20 балів/12 бали;
  3. Модульна контрольна робота: РН1.1, РН1.2, РН2.1 – 20 балів/12 балів;
- Разом має бути 60 балів/35 балів;

#### - підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН2.1, РН2.2;
- форма проведення і види завдань: письмова робота та усна співбесіда.

### 7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекціях передбачає присутність на лекції та лабораторному занятті, уважне прослуховування лекційного матеріалу, відповіді на питання, що задаються лектором під час лекції, задання питань лектору з метою роз'яснення матеріалу, участь в дискурсіях, що ініціюються лектором, чи слухачами на протязі лекції, коментування матеріалу лекції та оцінка якості донесення матеріалу лектором.

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання. Студенти, які набрали впродовж семестру та за рахунок додаткових етапів оцінювання сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – **20** балів, до складання іспиту не допускаються.

#### Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота: на 8-му тижні семестру.
2. Оцінювання завдань самостійної роботи
  - за РН2.1 на 7-му тижні,
  - за РН2.2 на 11-му тижні семестру.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

Форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 3 завдань, перші два з яких є теоретичними, а третє — і задача. Теоретичні завдання оцінюються від 0 до 9 балів кожне, практичні завдання оцінюються від 0 до 15 балів кожне. Додатково від 0 до 7 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали.

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

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

№ п/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні роботи	Самостійна робота
1	Постановка задачі розсіювання. Характеристики явища розсіювання.	8	0	20
2	Розсіювання плоскої хвилі на ідеальному циліндрі. Аналіз дальнього і ближнього полів розсіювання	10	0	20
3	Розсіювання плоскої хвилі на ідеальній сфері. Аналіз дальнього і ближнього полів розсіювання.	10	0	20
4	Розсіювання хвилі на звукопрозорій сфері. Розсіювання звуку газовою бульбашкою в рідині.	10	0	20
	<b>Всього</b>	38	0	80

Загальний обсяг 120 год., у тому числі:

Лекцій – 38 год.

Консультацій – 2 год.

Самостійної роботи – 80 год.

## 9. Рекомендовані джерела:

### Основні:

1. Грінченко В.Т., Вовк І.В., Маципура В.Т. Основи акустики. – К.: Наукова думка, 2007. – 640 с.
2. Исакович М.А. Общая акустика. – М.: Наука, 1973. – 495 с.
3. Лепендин Л.Ф. Акустика. – М.: Высш. шк., 1978. – 448 с.

### Додаткові:

1. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. – М.: Наука, 1984. – 400 с.
2. Крауфорд Ф. Волны. – М.: Наука, 1984. – 512 с.
3. Бреховских Л.М., Гончаров В.В. Введение в механику сплошных сред (в приложении к теории волн). – М.: Наука, 1982. – 335 с.