

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Механіко-математичний факультет
Кафедра теоретичної та прикладної механіки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи
Харитонов О.М.
«серпень» 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Комп'ютерне моделювання поширення
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 2021/2022 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 від «31» серпня 2020 року № 1

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

«31» серпня 2020 року

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів з фундаментальними поняттями механіки пружних хвиль, термінологією предмета, з фізичною суттю основних, найбільш важливих ефектів. Характер викладання курсу має першорядне значення для розуміння співвідношення між фізичними та математичними моделями явищ та їх природними аналогами. У рамках такого співвідношення особливо важливим є розкриття меж застосування тих чи інших моделей і чинників, що визначають ці межі. Набуття студентами навичок використання обчислювальної техніки при моделюванні хвилевих процесів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. *Знати:* основні поняття теорії коливань систем з розподіленими параметрами (струна, мембрана), а саме: модель струни і мембрани, хвилеве рівняння, математичний запис хвилевого руху в струні, поняття нормального коливання.
2. *Вміти:* записати коливання струни чи мембрани за довільних початкових умов.
3. *Володіти елементарними навичками:* технікою математичних перетворень, котрі характерні при розв'язанні граничних задач в системах з розподіленими параметрами (струна, мембрана). Мати навички програмування.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Комп'ютерне моделювання поширення 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 побудові моделі рідинного середовища, в котрому поширюються хвилі, вивченню властивостей плоских гармонічних хвиль, дослідженню задач про падіння хвилі на межу поділу двох середовищ та проходження хвилі крізь плоский шар. *Другий* – присвячено вивченню пружних хвиль в твердому середовищі. Вивчається природа цих хвиль і їх взаємодія з вільною межею. Розглянуто застосування обчислювальної техніки для наочного представлення полів пружних хвиль.

Дана дисципліна є вибірковою.

Викладається у **3 семестрі 2 курсу** в обсязі **120 год. (4 кредити ECTS¹)** зокрема: лекції – 28 год., лабораторні заняття – 8 год., консультації – 4 год., самостійна робота – 80 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та модульна контрольна. Завершується дисципліна **іспитом**.

¹

кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам

4. Завдання (навчальні цілі):

ознайомлення студентів з: математичною та хвилевою термінологією, постановкою хвилевої граничної задачі та математичний запис хвилевих процесів, взаємодією хвиль з граничними поверхнями, описом хвилевих процесів у твердому пружному тілі; 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 нефаківців (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 рівняння руху, неперервності, стану, провести лінеаризацію цих рівнянь. Хвильове рівняння, потенціал швидкості	<i>Лекція, лаборатор не заняття</i>	<i>Модульна контрольна робота (60% правильних відповідей), іспит, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	18%
PH 1.2	Знати поняття густини енергії, густини потоку потужності. Знати як врахувати наявність поглинання хвилі в реальному середовищі. Знати принцип суперпозиції.		<i>Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	12%
PH 1.3	Знати тензор напруження, тензор деформації, хвилі Релея, хвилі Лемба, колювання дискретно-неперервних систем, згинальні хвилі у пружному стрижні.		<i>Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	7%
PH 2.1	Вміти описати хвильове поле в середовищі при до критичному і за критичному кутах падіння. Вміти розв'язувати задачу про відбиття хвилі від рухомої межі, визначати вхідний опір перешкоди, вхідний опір шару, що спирається на перешкоду.	<i>Лаборатор не заняття, самостійн а робота</i>	<i>Модульна контрольна робота (60% правильних відповідей), розв'язання задач на лабораторних заняттях, іспит, виконання завдань винесених на самостійну роботу</i>	23%
PH 2.2	Вміти представити, за допомогою ЕОМ, графічний матеріал параметрів хвильового поля і зробити анімації, що ілюструє хвильовий рух в різних задачах.		<i>Розв'язання задач на лабораторних заняттях, іспит, виконання завдань винесених на самостійну роботу</i>	15%
PH 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	<i>Лекція, лаборатор не заняття</i>	<i>Активна робота на лекціях та лабораторних заняттях, усні відповіді</i>	5%
PH 3.2.	Вироблення навиків командної роботи		<i>Відповіді</i>	5%

PH 4.1	Самостійно шукати та критично опрацьовувати літературу із відповідних досліджень, вільно володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації	<i>Самостійна робота</i>	<i>Виконання завдань винесених на самостійну роботу</i>	5%
PH 4.2	виробляти критичне відношення до існуючих варіантів інтерпретації і вирішення моральних дилем, морально-професійних і морально-психологічних проблем і конфліктів, в сучасних практиках професійної і корпоративної діяльності; формувати власні підходи до вирішення даної проблематики			5%
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

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	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
КС 1 демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій фундаментальної та прикладної математики і використовувати їх на практиці;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
КС 2 володіти основними положеннями та методами механіки, чисельними методами, методами дослідження операцій, методами комп'ютерного моделювання;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
КС 3 формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
КС 5 будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ЦМС 1 виявляти здатність до самонавчання та професійного розвитку;								+	+	+
ЦМС 2 уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу;						+	+	+	+	+
ЦМС 4 уміти здійснювати збір, опрацювання, аналіз, систематизацію науково-технічної інформації, уникаючи при цьому плагіату;								+	+	+
ЦМС 5 ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень зі спеціалістами та суспільством загалом;						+	+			
ЦМС 7 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 – 15 балів/7 балів;
2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН4.1–РН4.3 – 15 балів/10 бали;
3. Модульна контрольна робота: РН1.1, РН1.2, РН2.1 – 15 балів/9 балів;
4. Розв'язання задач на лабораторних заняттях: РН2.1, РН2.2, РН3.1, РН3.2, – 15 балів/9 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 дискусіях, 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 — 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 та лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні роботи	Самостійна робота
1	Плоскі гармонічні хвилі	4	2	20
2	Взаємодія хвиль з границями середовищ	8	2	20
3	Пружні хвилі в твердих тілах	8	2	20
4	Взаємодія хвиль з вільною межею твердого півпростору	8	2	20
	Всього	28	8	80

Загальний обсяг 120 год., у тому числі:

Лекцій – 28 год.

Лабораторні заняття – 8 год.

Консультацій – 4 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.