

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Механіко-математичний факультет

Кафедра теоретичної та прикладної механіки



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Векторні розвинення в задачах механіки
для студентів

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	113 «Прикладна математика»
освітній рівень	другий (магістр)
освітня 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	залік

Викладачі Лебедева І.В., канд. ф.-м.н., доцент, доцент 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: Лебедева І.В., канд. ф.-м.н., доцент, доцент 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.
(підпис)

1. Мета дисципліни– ознайомлення з класичним методом власних векторних функцій та його застосуванням до аналітичного розв’язання цілого класу скалярних граничних задач просторової теорії потенціалу, акустики, механіки, теплопровідності, векторних граничних задач теорії пружності.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- 1. Знати:** основні положення курсів «Теоретична механіка» та «Аналітична геометрія»; основні означення; теореми та методи теорії пружності; постановку задач теорії пружності; основи інтегрального числення функцій однієї та багатьох змінних; методи розв’язання звичайних диференціальних рівнянь та диференціальних рівнянь в частинних похідних; основні спеціальні функції.
- 2. Вміти:** здійснювати постановку задач теорії пружності в напруженнях та деформаціях; формулювати граничні умови трьох типів для вказаних задач; обчислювати інтеграли Рімана, поверхневі та об’ємні інтеграли; розв’язувати задачу Коші для звичайних диференціальних рівнянь, у тому числі, рівнянь, розв’язки яких записуються через спеціальні функції; розв’язувати задачі математичної фізики методом відокремлення змінних.
- 3. Володіти елементарними навичками:** розв’язування задач з курсу математичного аналізу, математичної фізики.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Векторні розвинення в задачах механіки» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 11 «Математика та статистика» зі спеціальності 113 «Прикладна математика» освітньої програми «Комп’ютерна механіка».

У програмі дисципліни «Векторні розвинення в задачах механіки» розглядаються просторові задачі теорії пружності як векторні граничні задачі математичної фізики; розв’язання осесиметричних рівнянь теорії пружності у довільних ізотермічних координатах обертання; побудова власних векторних функцій в декартових та довільних координатах; постановка та розв’язання тривимірних задач для пружної сфери та пружного шару методом власних векторних функцій; постановка задач про рівновагу пружних тіл, послаблених розрізами по частині поверхонь обертання.

Дана дисципліна є вибірковою.

Викладається у **3 семестрі 2 курсу** в обсязі **120 год. (4 кредитів ECTS¹)** зокрема: лекції – всього 38 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 80 год. У курсі передбачено 2 змістових модулів та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна **заліком**.

4. Завдання (навчальні цілі):

Ознайомлення студентів з постановкою та методами розв’язання просторових задач теорії пружності як векторних граничних задач математичної фізики, методом власних векторних функцій та його застосуваннями до розв’язання задач механіки та теорії потенціалу. Набуття вміння проведення аналізу отриманих результатів та їх фізичного трактування.

Вивчення дисципліни сприяє розвитку загальних та спеціальних компетентностей:

- 1) Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від прикладної математики (ЗК–1).

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 2) Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК-2).
- 3) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-3).
- 4) Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово (ЗК-8).
- 5) Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК-10).
- 6) Здатність приймати обґрунтовані рішення (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 (РН) (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 (Формуються розробником)			
РН 1.1	<i>Знати</i> основні рівняння векторного поля.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Залік, активна робота на лекції, усні відповіді, контрольна робота 1 (60% правильних відповідей)</i>	5%
РН 1.2	<i>Знати</i> постановку просторових задач теорії пружності як векторних граничних задач математичної фізики.			5%
РН 1.3	<i>Знати.</i> метод частинних розв'язків розв'язання рівняння Лапласа.			5%
РН 1.4	<i>Знати</i> метод власних векторних функцій розв'язання просторових задач теорії пружності.			10%
РН 1.5	<i>Знати</i> постановку задач про рівновагу пружних тіл з тріщинами.			5%
РН 2.1	<i>Вміти</i> застосовувати метод частинних розв'язків до граничних задач для канонічних областей	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота 1 (60% правильних</i>	20%

	(сфера, конус, еліпсоїд, двопорожнинний гіперболоїд обертання) у відповідних спеціальних координатах.		<i>відповідей), активна робота на лекції, залік, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	
PH 2.2	<i>Вміти</i> формулювати та розв'язувати граничну задачу Діріхле для зрізаного двопорожнинного гіперболоїда обертання із застосуванням узагальненого перетворення Мелера-Фока			5%
PH 2.3	<i>Вміти</i> будувати векторні розвинення в задачах про рівновагу пружного шару та пружної сфери		<i>Контрольна робота2 (60% правильних відповідей), активна робота на лекції, залік, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	15%
PH 2.4	<i>Вміти</i> виконувати аналіз отриманих результатів з описом виявлених механічних ефектів		<i>Залік, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	5%
PH 2.5	<i>Вміти</i> використовувати знання та навички програмної реалізації математичних моделей задач просторової теорії пружності			5%
PH 3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	<i>Лекція</i>	<i>Активна робота на лекціях, усні відповіді</i>	5%
PH 3.2	Вироблення навиків командної роботи			5%
PH 4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.	<i>Самостійна робота</i>	<i>Виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	5%
PH 4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість			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 1.4	PH 1.5	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3	PH 2.4	PH 2.5	PH 3.1	PH 3.2	PH 4.1	PH 4.2
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-4. Поєднувати методи математичного та комп'ютерного моделювання з неформальними процедурами експертного аналізу для пошуку оптимальних рішень.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
КС-5. Будувати ефективні щодо точності обчислень, стійкості, швидкодії та витрат системних ресурсів алгоритми для чисельного дослідження математичних моделей та розв'язання практичних задач.						+	+	+	+	+			+	+
КС-6. Вибирати раціональні методи та алгоритми розв'язання математичних задач оптимізації, дослідження операцій, оптимального керування і прийняття рішень, аналізу даних.						+	+	+	+	+			+	+
КС-7. Уміти застосовувати сучасні технології програмування та розроблення програмного забезпечення, програмної реалізації чисельних і символьних алгоритмів.						+	+	+	+	+			+	+
КС-8. Розв'язувати окремі задачі механіки та задачі в міждисциплінарних галузях — соціології, економіці, екології та медицині.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
КС-9. Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної механіки.						+	+	+	+	+	+	+	+	+

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, РН1.4, РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4, РН2.5, РН3.1, РН3.2 – 18 балів/11 балів;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН4.1, РН4.2 – 7 балів/4 балів;
 3. Контрольна робота 1: РН1.1–РН1.3, РН2.1 – 20 балів/12 балів;
 4. Контрольна робота 2: РН1.4, РН1.5, РН2.2, РН2.3 – 15 балів/8 балів;
- Разом має бути 60 балів /35 балів;

- підсумкове оцінювання: залік

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН2.1, РН2.2, РН2.3, РН2.4, РН2.5
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

7.2. Організація оцінювання:

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. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 20 балів, тобто, якщо оцінка студента на іспиті є нижчою від мінімального порогового рівня (20 балів), то бали за іспит не додаються до семестрової оцінки;

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 заліку– письмово-усна. Білет заліку складається із 4 завдань, перші два з яких є теоретичними, два інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 8 балів. Додатково від 0 до 8 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. *Контрольна робота 1: на 8-му тижні навчального періоду.*
2. *Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: на 11-му тижні навчального періоду.*
3. *Контрольна робота 2: на 13-му тижні навчального періоду*

7.3. Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин				
		лекції	практичні	самост. робота	контрольна робота.	Інші форми контролю
Змістовий модуль 1						
1	Просторові задачі теорії пружності як векторні граничні задачі математичної фізики.	6		12		
2	Розв'язання рівняння Ламе та основних рівнянь векторного поля у довільних ізотермічних координатах обертання.	6		12		
3	Сферичні функції Лапласа	2		2		
4	Рівняння Лапласа у сферичних та еліпсоїдальних координатах. Метод частинних розв'язків у задачах для сферичної та конічної областей.	4		10	2	
5	Узагальнене інтегральне перетворення Мелера-Фока. Гранична задача для двопорожнинного гіперболоїда обертання	4		10		
Всього		22		46		

<i>Змістовий модуль 2</i>						
6	Метод власних векторних функцій	2		2		
7	Побудова власних вектор-функцій в декартових координатах і розв'язання загальної задачі про рівновагу пружного шару	4		10		
8	Векторні розвинення в задачах про рівновагу пружної сфери	6		12	2	
9	Постановка задач про рівновагу пружних тіл з тріщинами	4		10		
Всього		16		34		
ВСЬОГО		38		80		

Загальний обсяг 120 годин, в тому числі:
лекції – 38 год.,
консультації – 80 год.,
самостійна робота – 80 год.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Улитко А.Ф. Векторные разложения в пространственной теории упругости. –К. : Академперіодика, 2002.
2. Мартиненко М.А. Мішані просторові задачі математичної теорії пружності. – Київ: Освіта України. 2012.
3. Лебедев Н.Н. Специальные функции и их приложения. –М.:Физматгиз, 1963.

Додаткові:

4. Подильчук Ю.Н. Трехмерные задачи теории упругости. –К. : Наукова думка, 1979.
5. Уфлянд Я.С. Интегральные преобразования в задачах теории упругости. –Л.: Наука, 1967.
6. Титчмарш Э.Ч. Разложения по собственным функциям, связанные с дифференциальными уравнениями второго порядка. – М.: Изд-во иностр. лит. 1960. – Т.1.
7. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. Интегралы и ряды. Дополнительные главы. – М.: Наука, 1986.